HIDROMETEOROLOŠKA TEHNIČKA ŠKOLA

Dragoljub V. Ivanović, dipl. meteorolog

METEOROLOŠKA STATISTIKA

BEOGRAD, 1976.

U V O D

1. POJAM I ZADATAK STATISTIKE

Definisati pojam statistike nije ni lako ni jednostavno. Taj izraz prvi put se sreće u prvoj polovini XVIII veka, u radovima Ahenvala (A c h e n w a l l) koji navodi da je ovaj izraz pominjan i u XVII veku.

Od vremena kada je prvi put upotrebljen pa do današnjih dana, pojam statistika ima različito značenje. Najverovatnije je prilaz pojmu statistika, kao i očekivanja od njegove primene, uslovljavao i njegovu definiciju. Tako je za neke statistika svaki tabelarni prikaz koji u svojim redovima i kolonama beleži numeričke podatke o stanovništvu, industriji, trgovini, saobraćaju, poljoprivredi, cenama i slično. Za druge, statistika je postupak prebrojavanja i prikupljanja podataka, tj. anketiranje javnog mnjenja radi preduzimanja izvesnih odluka za rad administracije, za vojne i poreske potrebe itd.

Postoje i gledišta da pod pojmom statistika treba podrazumevati naučni metod koji ima sadržaj jednog oplemenjenog vida mišljenja. Nije mali broj i onih koji pod pojmom statistika podrazumevaju jednu posebnu nauku. Prirodno je i očekivati da ovako različita tumačenja pojma statistika uslovljavaju različit i veoma velik broj definicija koje su težile da otkriju i predstave pravu sadržinu statistike. Interesantno je napomenuti da je, prema nekim podacima, do 1870. godine bilo više od 60 definicija za odredjivanje pojma statistike, a do 1935. godine i više od stotine. Ovako veliki broj definicija jedne discipline posledica je njenog dugog razvoja i stalnog usavršavanja njene prakse i njene teorije u smislu područja u kojima se ona primenjuje. Sa razvojem statistike dolazilo se sve više do identičnih saznanja o njenoj nameni, a samim tim i o njenoj definiciji. Razumljivo je da se u ovom udžbeniku neće navoditi sve poznate definicije, ali se želi da se ukaže samo na one koncepcije koje statistiku predstavljaju kao metod. Naime, definicije koje po svom sadržaju predstavljaju statistiku kao metod, koje njenu primenu uopštavaju na sve grane nauke, odnosno koje kažu da statistika istražuje činjenice koje se masovno ispoljavaju, čine osnov njenog savremenog tumačenja. Te savremene definicije pojma statistike usmerene su u smislu njenog prikazivanja kao naučnog metoda, čiji je cilj da otkrije pojave koje se istražuju. Statistika

je, znači, skup metoda koje se primenjuju u posmatranju, prikupljanju, analiziranju obima i svojstva činjenica. Smisao ove definicije govori da je statistika shvaćena kao grana naučne metodologije. Otuda, mnogi statistički radovi i udžbenici, a posebno u metoeorlogiji, nose u naslovima izraz "metod".

2. MESTO I ULOGA STATISTIKE KAO METODA PRIMENJENOG U METEOROLOGIJI

Već smo rekli da postoje brojne definicije statistike, kao i više praktičnih interpretacija njenog pojama. Činjenica je medjutim, da svaka od tih definicija sadrži u svojoj osnovi istu ideju. Ta zajednička ideja može se iskazati i činjenicom da je statistika naučni postupak numeričke analize elemenata i pojava, na koje se, usled raznovrsnosti uzroka koji na njih deluju, njihove kompleksnosti i medjusobne isprepletanosti i povezanosti, ne može primeniti metod eksperimenata. Sa ovakvim svojstvima, statistika je ostvarila tesnu vezu sa mnogim naučnim disciplinama, a posebno sa onim koje svoju delatnost i naučnu misao kao i realizaciju zasnivaju na obilju informacija, brojnih i opisnih, kao što je meteorologija. Mreža meteoroloških stanica redovno stavlja na raspolaganje ogromnu masu informacija (meteoroloških podataka). Ti podaci mogu imati kvantitativno (brojno) obeležje kada se daju u obliku cifara (na primer, temperatura vazduha u stepenima Celzijusovim, padavine u milimetrima) ili kvalitativno (opisno) kao, na primer, stanje neba: oblačno, mestimično oblačno, vedro itd. Za sistematizaciju i uopštavanje takvog izuzetno velikog broja podataka treba da postji specijalna metodika, a ona se u našem slučaju zasniva na statističkim metodima i njihovoj primeni u meteorologiji, ili, kraće rečeno, ta metodika predstavlja meteorološku statistiku. Statistika vodjena fizičkim rezonovanjem (razmišljanjem), a potpomognuta matematičkom obradom, primenjena u meteorologiji čini meteorološku statistiku. Samo takva statistika korisno služi svim naučnim istraživanjima i zaključcima, na osnovu kojih mogu da se otkriju pravilnosti i zakonitosti u oblasti meteorologije.

Statističke metode u meteorologiji primenjuju se za analizu meteoroloških podataka za protekli period, kao i za donošenje zaključaka o režimu budućeg vremena.

Prilaz statističkoj obradi meteoroloških podataka nema neku ustaljenu formu. Sve zavisi do kog stupnja ili do kog nivoa se želi analizirati odnosno interpretirati tok neke meteorološke pojave, ili pak kakav zaključak se želi izvesti o toj pojavi u kompleksu drugih meteoroloških pojava i elemenata.

Opšti prilaz statističkoj obradi meteoroloških podataka može se podeliti u tri faze.

Prva faza, za koju se koriste osnovni statistički pojmovi primenjeni u meteorologiji, jeste sistematizovanje podataka. Ova faza može da se nazove i organizaciona faza, jer upravo u njoj se stvara organizacija za naredne faze, iz kojih treba pripremiti statistički zaključak za interpretaciju koja obuhvata naučnu misao ili naučnu definiciju o meteorološkom podatku (pojavi ili elementu).

Značaj prve faze (sistematizovanje ili organizacije) statističke obrade je i u tome što se u njoj vrši selekcija podataka iz ogromnog broja informacija koje se dobijaju iz mreže meteoroloških stanica. Za ovu fazu statističke obrade važi posebno upozorenje sa sledećim sadržajem: dobro sistematizovani podaci i dobro organizovana preraspodela posla izuzetno su značajni preduslovi za konačan cilj.

Druga faza statističke obrade meteoroloških podataka je iznalaženje zavisnosti medju meteorološkim podacima. Ona se može nazvati i analitička faza.

Poslovi ove faze mogu se predočiti na sledeći način: meteorolog-prognostičar, koristeći se u svom svakodnevnom poslu sinoptičkim i hidrodinamičkim metodama analize fizičkih procesa u atmosferi, uvek će sebi postavljati pitanja - zašto? Na primer, zašto je pri južnim visinskim situacijama (strujanjima) uvek jasno izražena tedencija pojave padavina? Medjutim za meteorologa koji koristi statističke metode u analizi vremenskih situacija značajnije pitanje koje sebi postavlja jeste - koliko? U ovom primeru njega će prvenstveno interesovati čestina pojave padavina pri južnom strujanju prema podacima za protekli period. Naime, meteorolog-statističar ne objašnjava čime su povezane te dve pojave (južno strujanje i padavine), već odredjuje postoji li medju njima zavisnost i ako postoji kolika je.

Treća faza statističke obrade je ocena značaja rezultata. Ona se može nazvati i - faza stepena proveravanja dobijenih rezultata. Osnovni zadatak mnogih statističkih istraživanja u meteorologiji je odvajanje stvarnih efekata od slučajnih. To omogućava savremena statistička teorija, koja je postigla izuzetno veliki uspeh u razradi objektivnih metoda provere rezultata. Ove metode omogućuju da se realno oceni verovatnoća onoga što je kao statistička zavisnost moglo da bude dobijeno slučajno, a da stvarno za tu zavisnost ne postoji objektivno fizičko opravdanje. I neki upotrebljeni kriterijumi o pouzdanosti meteoroloških podataka mogu dovesti do pogrešnih zaključaka, jer i ako figurišu u postavkama metodike u nekim slučajevima se ne obistinjuju. U takvim slučajevima postoje dve mogućnosti za rešenje: prva mogućnost je izmena metodike, a druga mogućnost, koja je i opravdanija, jeste provera tačnosti statističkih rezultata drugim nizom meteoroloških podataka.

I D E O

OSNOVNI STATISTIČKI POJMOVI PRIMENJENI U METEOROLOGIJI

3. STATISTIČKA JEDINICA, KOLEKTIV, OBIM KOLEKTIVA I OBELEŽJE

Osnovni elemenat u statističkom istraživanju pojava, dogadjaja i procesa u društvu je jedinica posmatranja ili, kako se najčešće naziva, statistička jedinica.

U meteorologiji svaki meteorološki podatak u sklopu mase podataka sa istim obeležjem predstavlja statističku jedinicu. Medjutim, u meteorologiji je prikladniji naziv član. Pod pojmom člana kolektiva podrazumeva se podatak koji sa ostalim podacima istog obeležja čini kolektiv, masu ili statistički skup. Da bi se mogao ispitivati i analizirati takav kolektiv, potrebno je da on bude odredjen u vremenu i prostoru. Ukupan broj članova u kolektivu čini obim (količinu) kolektiva ili kolektivnog niza. Tako, na primer, svi dani meseca marta u periodu od 1931-1960. godine (30 godina) članovi su kolektiva, a obeležje može da bude srednja dnevna temperatura vazduha. Obim ovog kolektiva iznosi 930 (31.30) članova.

Obeležje nekog kolektiva može da bude postojano ili nepostojano. Pod postojanim obeležjem kolektiva podrazumeva se ono obeležje u kome su članovi kolektiva postojane promenljive, kao na primer: temperatura vazduha, vazdušni pritisak, vlažnost vazduha, pritisak vodene pare itd.

Pod nepostojanim obeležjem kolektiva podrazumeva se ono obeležje u kome su članovi kolektiva isprekidane vrednosti, kao na primer: padavine, broj olujnih dana i broj dana sa ostalim meteorološkim pojavama koje nisu kontinuirane (što znači da nemaju u svakom trenutku svoju merljivu vrednost).

4. GRUPISANJE I KLASIFIKACIJA STATISTIČKIH ČLANOVA U INTERVALE

Prvi deo postupka pri sredjivanju statističkih podataka sastoji se u grupisanju i klasifikaciji statističkih članova prema statističkim

obeležjima. Ova faza rada podrazumeva sredjivanje statističkih članova u obliku jedne kolekcije članova osnovnog skupa, tj. u obliku jedne statističke serije.

Statističke serije predstavljaju nizove veličina neke pojave i pokazuju kako su obeležja rasporedjena izmedju članova posmatranog kolektiva (skupa ili populacije). Statistička serija se karakteriše sa dva elementa, i to: obeležjem (koje za jednu seriju mora biti isto, bez obzira na klasifikaciju i gradiranje), po intervalima i broju članova u svakoj grupi, po intervalu ili pak kategoriji obeležja u kolektivu. Broj članova koji se nalazi u grupi, intervalu ili kategoriji obeležja u statistici se naziva čestina (frekvencija).

5. ČESTINA METEOROLOŠKIH PODATAKA

Čestina je vrlo pogodan način prikazivanja raspodele meteoroloških podataka. Pruža veće mogućnosti tabelarnog i grafičkog uvida u analizu podataka od mnogih drugih osnovnih statističkih veličina. Naime, prednosti koje raspodela čestina po intervalima daje nad ostalim osnovnim statističkim karakteristikama sastoje se u sledećem:

- raspodelom čestina postiže se sažimanje (zgušnjavanje) podataka, a samim tim i odstranjivanje isticanja pojedinačnih vrednosti;

- raspodelom čestina ističe se tendencija pojedinačnih vrednosti obeležja da se sakupljaju oko neke karakteristične vrednosti;

- raspodela čestina daje, pri svim analizama, mogućnost poredjenja; i najzad

- raspodela čestina je i pokazatelj najverovatnije i najmanje verovatne vrednosti obeležja.

Da bi se dobila jasnija predstava o klasifikaciji statističkih članova u intervale, i na osnovu toga način raspodele čestina sa svim navedenim prednostima, poslužiće podaci dati u Tabeli 1. Tabela 1 sadrži 155 članova, tj. obim kolektivnog niza je (31•5) , a obeležje čine srednje dnevne temperature. Ako promenljiva stalno menja svoju veličinu (što obično važi za meteorološke elemente), a tako je i u Tabeli 1, za raspodelu čestina takve promenljive potrebno je odrediti veličinu otvora intervala i broj njegovih klasa. Izbor veličine intervala najviše zavisi od broja članova kolektivnog niza i od stepena tačnosti koja se zahteva pri odredjivanju čestina. Ukoliko je veći broj članova kolektivnog niza, utoliko je i otvor intervala

Tabela 1. - Srednje dnevne temperature vazduha u Bihaću za pet januara, i to od 1956. do 1960. godine

Dan / Godina	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.
1.	1,0	7,8	-0,6	10,2	3,8
2.	0,7	6,5	4,4	7,8	3,6
3.	2,9	0,8	-0,9	4,8	4,2
4.	-0,8	0,0	-2,6	2,1	3,5
5.	-0,6	-0,2	3,4	-0,8	3,9
6.	0,4	9,2	8,9	4,4	-0,4
7.	-1,2	4,6	8,6	8,8	-1,6
8.	-2,4	1,6	3,4	5,1	0,9
9.	-2,5	2,0	5,2	-1,6	-1,7
10.	10,2	7,8	5,8	-6,8	-6,8
11.	9,8	1,3	8,4	-3,0	-11,0
12.	10,7	0,0	9,0	-0,8	-8,6
13.	11,0	-3,0	4,2	-3,8	-6,6
14.	7,0	-2,7	4,4	6,3	-10,8
15.	11,6	-2,0	3,3	6,8	-9,2
16.	11,2	-4,4	2,5	-3,8	-7,3
17.	11,4	-7,4	2,0	-7,0	-7,1
18.	13,6	-9,2	1,0	-14,4	-9.2
19.	7,4	-16,8	5,2	-9,0	-9,3
20.	5,9	-16,9	11,2	8,4	5,9
21.	12,3	-16,8	-2,5	11,0	-1,7
22.	12,8	-15,4	-9,1	13,4	-0,6
23.	10,4	-9,8	-7,5	12,8	-1,8
24.	11,0	-7,4	-10,8	8,5	8,2
25.	2,4	-0,2	-11,6	2,0	8,9
26.	-0,6	-1,4	-11,2	1,4	11,4
27.	3,8	-3,2	-8,0	-1,7	13,5
28.	-0,4	0,4	-10,8	0,2	14,6
29.	-3,7	-2,2	-13,6	-0,8	15,0
30.	-4,4	-7,2	-10,6	-2,2	3,6
31.	-7,2	-4,7	-10,0	-1,0	1,3

veći, ali se mora nastojati da to bude u jednoj razmeri koja neće uticati na smanjenje tačnosti raspodele čestina po intervalima. Obrazac koji orijentaciono služi za odredjivanje otvora intervala (C) dat je jednačinom (1) i naziva se Šarlijev obrazac:

$$C = (M - m):20. \qquad (1)$$

Simboli M i m koji figurišu u jednačini (1) predstavljaju najvišu odnosno najmanju vrednost kolektiva za koji se vrši raspodela čestina po klasama intervala.

U našem slučaju, posmatrajući Tabelu 1, M i m predstavljaju najvišu i najmanju srednju dnevnu temperaturu za januar u toku pet godina. M iznosi 15,0°C, vrednost kolektivnog niza zabeležena je 29.I 1960.godine, a m iznosi -16,9°C, vrednost kolektivnog niza zabeležena je 20.I 1957. godine. Smenjujući napred navedene vrednosti u jednačini (1) dobija se sledeći rezultat za otvor intervala.

$$C = \left[15{,}0 - (-16{,}9)\right] : 20; \quad C = 1{,}59^{\circ}C$$

S obzirom da veličina otvora intervala treba da bude ceo broj (radi jednostavnijeg prebrojavanja čestina), vrednost od 1,59°C zaokružićemo na 2,0°C. Iz šarlijevog obrasca se vidi da veličina otvora intervala zavisi još i od najviše odnosno najmanje vrednosti kolektivnog niza. Broj klasa intervala, iz praktičnih razloga, ne bi trebalo da bude veći od 30, jer otežava odredjivanje čestine, a ni manji od 10 da bi se zadovoljio uslov tačnosti raspodele čestina. Krajnje tačke intervala (donja i gornja granica), kao i njegovo središte, trebalo bi da budu celi brojevi,a uzastopni intervali jednaki radi pravilnog odredjivanja čestina i njihovog grafičkog prikaza. Uvidom u podatke Tabele 1 vidi se da je najmanja vrednost kolektivnog niza -16,9°C, a najviša 15,0°C. Na osnovu tih podataka uzećemo da je područje postojećih vrednosti argumenta (obeležja), u našem slučaju srednjih dnevnih temperatura, ograničeno sa -18°C i 16°C, tj. celim brojevima. Navedeno područje se može ograničiti i sa -17°C i 15°C, medjutim za dalji rad je jednostavnije(što će se videti u daljem postupku) da to budu parni brojevi. Na ovaj način se dobija 17 uzastopnih intervala, odnosno klasa, koji su prikazani Tabelom 2.

Dalji postupak, koji je takodje izveden i prikazan navedenom tabelom, jeste odredjivanje sredine intervala (središta), a potom svrstavanje vrednosti kolektivnog niza u odredjene intervale (kojima te vrednosti po svojoj numeričkoj veličini pripadaju), čime se dobija raspodela apsolutne čestine podataka iz tog kolektiva po intervalima.

Često je neka vrednost kolektiva (član kolektivnog niza) baš na granici dve klase intervala (donje i gornje). U podacima iz Tabele 1 dve su vrednosti od po 0°C i po jedna vrednost od -8°C i -10°C. Ove vrednosti se razvrstavaju u klase intervala (Tabela 2) na sledeći način: u prvom slučaju sa parnim brojevima čestine (dve čestine od po 0°C), polovina se piše u nižu, a polovina u višu klasu intervala. Kada se ima po jedna čestina takvih vrednosti (u našem primeru -8°C i -10°C), one se upisuju u nižu klasu

Tabela 2. - Klasifikacija i grupisanje podataka iz Tabele 1 u klase intervala od po $2^{o}C$. Tablica čestine

Br.	K L A S A		Č E S T I N A				
	granice ^{o}C	sredina ^{o}C	apsolutna	relativna %	uravnata	uravnata %	Zbirna
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	-18do-16	-17	3	1,9	2,50	1,60	3
2	-16do-14	-15	2	1,3	2,00	1,28	5
3	-14do-12	-13	1	0,6	3,00	1,92	6
4	-12do-10	-11	8	5,2	6,50	4,20	14
5	-10do -8	-9	9	5,8	9,25	6,00	23
6	-8 do -6	-7	11	7,1	8,50	5,48	34
7	-6 do -4	-5	3	1,9	7,75	4,98	37
8	-4 do -2	-3	14	9,0	13,75	8,85	51
9	-2 do -0	-1	24	15,5	19,25	12,42	75
10	0 do 2	1	15	9,7	16,75	10,82	90
11	2 do 4	3	13	8,4	13,50	8,72	103
12	4 do 6	5	13	8,4	11,75	7,60	116
13	6 do 8	7	8	5,2	10,00	6,48	124
14	8 do 10	9	11	7,1	10,50	6,78	135
15	10 do 12	11	12	7,7	10,25	6,60	147
16	12 do 14	13	6	3,9	6,50	4,20	153
17	14 do 16	15	2	1,3	3,25	2,10	155
	Z B I R		155	100%	155	100%	

intervala. Pri neparnim čestinama, članove argumenta koji se poklapaju sa granicama intervala (u našem primeru pri vrednosti od po $2^{o}C$), uvek se jedna čestina više piše u nižu klasu intervala. Najpravilnije bi bilo podeliti ih na pola, ali to nije moguće jer nije zadovoljen uslov da čestina bude ceo broj.

U Tabeli 2, stubac 4, nalaze se, po prethodno opisanom postupku, apsolutne čestine srednjih dnevnih temperatura po intervalima. Njihov ukupan zbir mora da bude jednak broju članova u tom kolektivu (u Tabeli 1 ima 155 članova). Na osnovu načina dobijanja podataka navedenih u stupcu 4, Tabele 2 može se izvesti definicija apsolutne čestine. Apsolutna čestina predstavlja ukupan broj članova obeležja koji ulaze u granice uzastopnih klasa intervala. Apsolutne čestine predstavljaju sirove, neobradjene brojeve, pomoću kojih se opisuje kvantitativna (brojna) ili kvalitativna (opisna) osobina nekog kolektiva podataka. Izražavanje podataka iz kolektiva u apsolutnim čestinama je neophodan način izražavanja u meteorološkoj statistici. Time se dobija svojstvo pokazatelja za opis obima kolektiva i učešće pojedinih delova kolektiva u celom

obimu. Medjutim, način izračunavanja putem apsolutnih čestina nije uvek dovoljan i prihvatljiv kao isključiv način. U tom smislu njega dopunjuje ili zamenjuje način koji čestine (frekvencije) saopštava u relativnom izrazu. Taj izraz je obradjen u tom smislu da pokazuje odnos izmedju veličine, tj. broja podataka jedne grupe ili kategorije obeležja saopštene u apsolutnom izrazu i ukupne veličine analiziranog kolektiva, tj. svih članova u kolektivu. Ovaj odnos predstavlja relativnu čestinu.

U stupcu 5 Tabele 2 prikazane su relativne čestine (f_r), kao odnos apsolutnih čestina (f_a), iz intervala i ukupnog broja članova kolektiva (N):

$$f_r = \frac{f_a}{N} \cdot 100\%. \qquad (2)$$

Uravnata čestina (f_u) izračunata iz apsolutne (stubac 4) i relativne čestine (stubac 5) prikazana je u Tabeli 2, u stupcima 6 i 7. Ova se čestina dobija po obrascu datom jednačinom (3):

$$f_u = \frac{a+2b+c}{4}. \qquad (3)$$

U jednačini (3) a predstavlja prvi član, b onaj član koji se uravnjava uzet dvostruko i c predstavlja treći član, tj. prvi član posle uravnavanja. Prva uravnata čestina se dobija kad se uzme poslednji član relativne ili apsolutne čestine za a, a poslednja kad se uzme prvi član relativne ili apsolutne čestine za c. U našem primeru vrednost prvog odnosno poslednjeg člana uravnate čestine (Tabela 2, stubac 7) dobija se primenom jednačine (3) na sledeći način:

$$f_u = \frac{1,3+2 \cdot 1,9+1,3}{4} = 1,60\% \text{ za prvi}$$

i

$$f_u = \frac{3,9+2 \cdot 1,3 + 1,9}{4} = 2,10\% \text{ za poslednji član.}$$

Detaljna obrada kolektiva (niza) u pogledu čestina ne bi bila potpuna ako se ne bi prikazao i način dobijanja zbirnih (kumulativnih, nagomilanih) čestina (f_z).

Zbirne čestine (Tabela 2, stubac 8) dobijaju se zbirom svih apsolutnih ili relativnih čestina iz odredjenih intervala. Prvo se zabeleži čestina (apsolutna ili relativna) iz prve klase f_{z1}, zatim ukupna čestina prve i druge klase ili zbir ($f_{z1}+f_{z2}$), zatim ukupna čestina prve,druge i treće klase, tj. ($f_{z1}+f_{z2}+f_{z3}$) itd. Na ovaj način se u poslednjoj klasi dobija ukupni broj članova kolektiva koji iznosi u našem primeru (Tabela 2), ako se računa zbir apsolutnih čestina - 155, a ako se računa zbir relativnih čestina - 100%.

Težnja da se u statističko-analitičkom prilazu u prouča-

vanju meteoroloških pojava i elemenata ide na obradu i transformaciju apsolutnih čestina (frekvencija) u relativne, uravnate i zbirne je potpuno opravdana. Pregledi relativnih, uravnatih i zbirnih čestina su informativniji, jedino uporedivi i omogućuju da se objektivno ocene osobine kolektiva koji se proučava u odnosu na drugi kolektiv sa istim obeležjem.

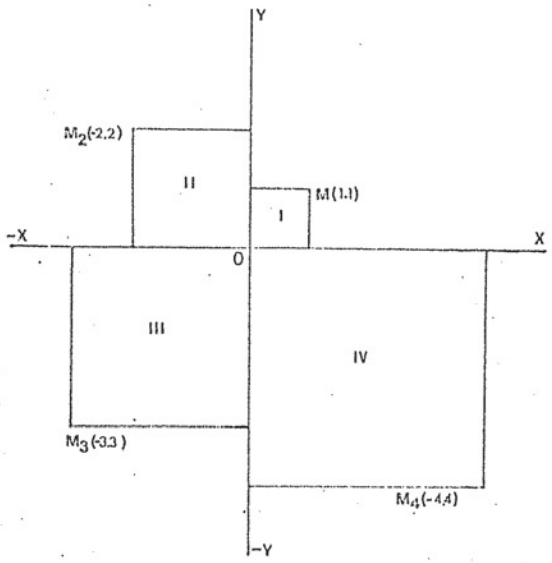
6. METODI GRAFIČKOG PRIKAZIVANJA METEOROLOŠKIH NIZOVA I RASPODELE ČESTINA (FREKVENCIJA) ISTIH

U savremenom statističkom metodu, primenjenom u meteorologiji, pojavljuje se veliki broj grafičkih prikaza. Osnovu za njihov izbor čine priroda obeležja koja se grafički ilustruje, cilj analize i istraživanja obeležja, kao i način kojim se žele predstaviti (ilustrovati) saznanja odnosno rezultati na proučavanju obeležja. Statistički grafikoni koji se koriste u meteorologiji mogu se podeliti u tri grupe, i to: prema nameni, obliku i prirodi obeležja koje se prikazuje. U tom smislu prikazano je nekoliko najznačajnijih predstavnika koji obuhvataju i karakterišu sve tri navedene grupe. Ti predstavnici koji se najviše upotrebljavaju u primeni statističkih metoda u meteorologiji su sledeći: histogram čestina, kružni grafik, poligon čestina, kriva uravnatih čestina i linijski dijagram. Svaki od navedenih grafikona može da se koristi samostalno ili u medjusobnoj kombinaciji. Osnova za prikaz svih navedenih oblika grafikona su koordinatni sistemi i sistemi skala na osama pravouglog sistema koordinata.

Pojedini grafikoni koji nisu karakteristični predstavnici navedenih grupa, a pogodni su za prikazivanje nekih meteoroloških elemenata i pojava, dati su pri opisivanju i statističkom prikazivanju tih pojava i elemenata.

Koordinatni pravougli sistem (sl. 1) čine dve prave stalnog pravca koje stoje normalno jedna na drugoj i seku se pod uglom od 90^{o}. Prava -x x, koja zauzima horizontalni položaj, zove se apscisna osa, a prava -y y ordinatna osa. Obe prave nazivaju se koordinatama, a njihov presek "O" predstavlja koordinatni početak.

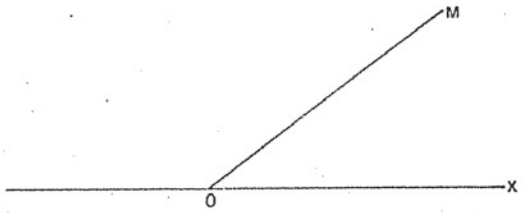
Koordinatni pravougli sistem deli ravan na četiri jednaka kvadranta, i to: I (XOY), II (YO-X), III (-XO-Y) i IV (-YOX). Merni broj odstojanja bilo koje tačke u ravni do ordinatne ose zove se apscisa te tačke, a merni broj njenog odstojanja do apscisne ose zove se ordinata. Apscisa i ordinata bilo koje tačke predstavljaju koordinate te tačke (M_1, M_2, M_3, M_4). Prvi kvadrant je izmedju pozitivnih delova apscisne i ordinatne ose, drugi izmedju negativnog dela apscisne i pozitivnog dela ordinatne ose, treći izmedju



Slika 1. - Pravougli koordinatni sistem

negativnih delova apscisne i ordinatne ose, a četvrti izmedju pozitivnog dela apscisne i negativnog dela ordinatne ose.

Za pojedine vidove grafičkog prikaza koji se primenjuju u meteorologiji koristi se kao osnova polarni koordinatni sistem (sl. 2). Ovaj se sistem postavlja na taj način što se prethodno fiksira tačka "O" u ravni,

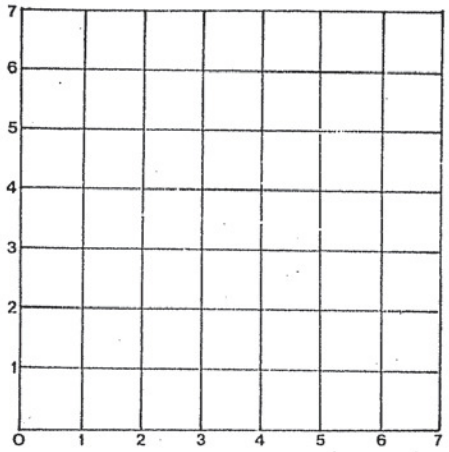


Slika 2. - Polarni koordinatni (M) sistem

koja se zove pol. Iz tačke "O" odnosno iz pola se povlači orijentisana prava. Položaj bilo koje tačke (M) na ravni polarnog koordinatnog sistema odredjen je potegom (OM) i uglom koji zaklapa poteg s pozitivnim pravcem polarne ose.

Sistem skala na koordinatama, kao bitan elemenat grafičkog prikazivanja, čine aritmetička i logaritamska skala. U tom smislu mogu se i grafikoni klasifikovati na grafikone sa aritmetičkom skalom na ordinati i grafikone sa logaritamskom skalom na ordinati, ili pak sa skalama na obe koordinate.

Aritmetička skala je ravnomerna i sledi aritmetičku progresiju (sl. 3). Izražava se aritmetičkim merilom u kojem su istim dužinama prikazane iste apsolutne razlike. Odstojanje izmedju dve tačke na ravni takve mreže izražava apsolutnu vrednost razlike koja će biti ista za promenu od 4 do 5 i onu od 14 do 15.

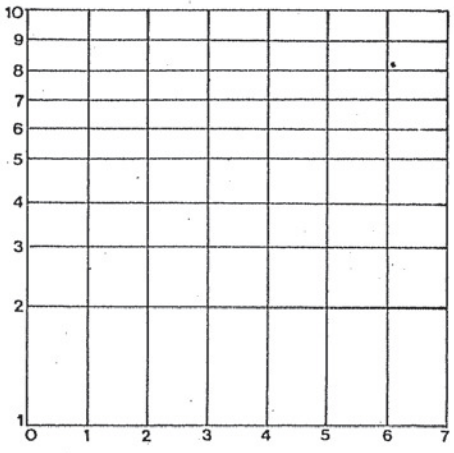


Slika 3.- Aritmetička skala na ordinati i apscisi

Logaritamska skala nije ravnomerna i predstavlja geometrijsku progresiju (sl.4). Ona je izražena logaritamskim merilom, na kojem su istim dužinama predstavljene iste relativne razlike. Razlika izmedju dve tačke na logaritamskoj skali predstavlja njihov odnos, a ne njihovu razliku. Razmak izmedju 2 i 6 jednak je razmaku izmedju 200 i 600 ili 2 000 i 6 000.

$$\frac{6-2}{2} = \frac{600-200}{200} = \frac{6\,000-2\,000}{2\,000} = 2.$$

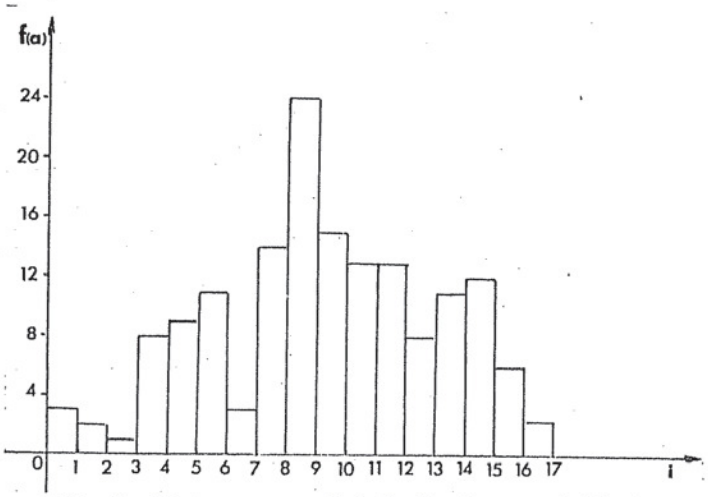
Pri upotrebi skala za grafičke prikaze potrebno je znati da aritmetičko merilo uvek počinje od nule, dok logaritamsko merilo može da počne od bilo kog broja, samo ne od nule.



Slika 4.- Logaritamska skala na ordinati- aritmetička na apscisi

6.1. Histogram čestina

Histogram čestina je grafički prikaz raspodele čestina prema numeričkom kontinuiranom obeležju (sl. 5). Grafički prikaz histograma daje sliku sistema stubova, pravougaonika na sistemu pravouglih koordinata, čije visine odgovaraju čestinama iz pojedinih intervala, a širine veličini razmaka intervala. Apsolutne čestine iz Tabele 2, stubac 4, predstavljene histogramom date su na slici 5. Iz grafičkog prikaza histograma vidi se da isti poseduje, na ostale pozitivne osobine, i jednu vrlo karakterističnu koja se sastoji u sledećem: površina svakog pravougaonika je proporcionalna čestinama odgovarajućih klasa (intervala), a površina svih pravougaonika, odnosno histograma kao celine, jednaka je ukupnoj čestini koja se prikazuje histogramom. Potrebno je istaći da ordinatna



Slika 5.- Histogram apsolutnih čestina srednjih dnevnih temperatura januara od 1956.do 1960.godine u Bihaću

osa, tj. vertikalna skala, mora da počinje od nule (od čega se u praksi često odstupa) jer se u protivnom dobija pogrešan vizuelan utisak.

6.2. Kružni grafik

Kružni grafik je grafički prikaz koji se koristi za sagledavanje obima i strukture čestina meteoroloških elemenata i pojava. Postavlja se na površini kruga pomoću kružnih isečaka sektora u krugu čije su površine proporcionalne odgovarajućem procentualnom delu čestine elementa ili pojave. Da bi se shvatio način grafičkog prikazivanja kružnog grafika i način izražavanja čestina u procentima odnosno odgovarajućih sektora kruga u stepenima, poslužićemo se čestinama srednje dnevne oblačnosti prve dekade (prvih 10 dana) maja od 1970. do 1974. godine u Zagrebu.

Tabela 3.- Srednja dnevna oblačnost prve dekade maja od 1970. do 1974. godine u Zagrebu

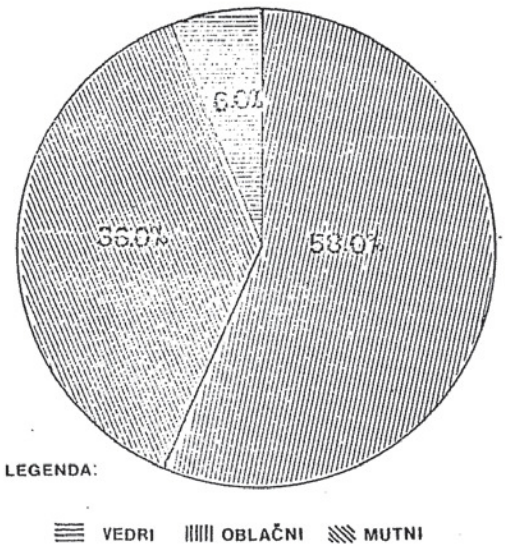
Dan / Godina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1970.	6,0	7,3	2,7	0,3	9,7	7,0	9,3	6,0	5,7	6,0
1971.	10,0	10,0	10,0	6,7	6,7	4,7	7,7	7,0	1,7	4,7
1972.	3,7	3,3	10,0	10,0	8,3	9,3	6,0	6,0	6,0	6,3
1973.	2,7	8,3	6,0	7,7	6,0	8,7	2,0	5,3	5,7	1,7
1974.	10,0	9,3	6,7	10,0	10,0	10,0	10,0	9,7	4,3	5,3

Na osnovu podataka iz Tabele 3 data je apsolutna i relativna čestina broja vedrih (srednja dnevna oblačnost <2,0), broja oblačnih dana (srednja dnevna oblačnost od 2,0 do 8,0) i broja mutnih dana (srednja dnevna oblačnost >8,0).Apsolutne čestine (iz Tabele 3a) izražavaju se u stepenima,i to tako što se vrednost čestine iz intervala pomnoži sa 360^{o} i podeli sa ukupnim brojem podataka. Relativne čestine se izražavaju u stepenima kad se vrednost čestine iz intervala pomnoži sa 3,6. Na osnovu tako izračunatih vrednosti prikazana je pomoću kružnog grafika (sl. 6) raspodela srednje dnevne oblačnosti

Tabela 3a.- Apsolutne i relativne čestine podataka iz tabele 3

Interval / Čestine	apsolutne	relativne	stepeni
0,0 - 1,9	3	6	21,6
2,0 - 8,0	29	58	208,8
8,1 -10,0	18	36	129,6
Σ	50	100%	360^{o}

u Zagrebu. Prema slici može da se zaključi koliki je procentualni



Slika 6. - Kružni grafik relativnih čestina vedrih, oblačnih i mutnih dana u Zagrebu prve dekade maja od 1970. do 1974. godine

udeo vedrih (6,0), oblačnih (58,0) i mutnih dana (36,0) u Zagrebu za prvu dekadu maja.

6.3. Poligon čestina

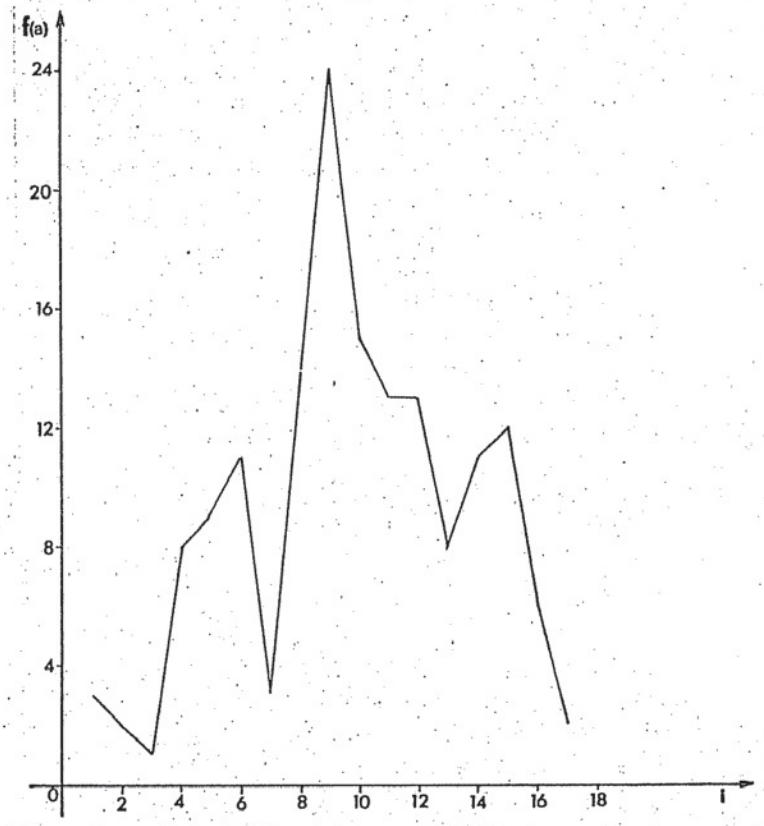
Poligon čestina je grafički prikaz raspodele čestina sa numeričkim kontinuiranim obeležjem, kao i histogram čestina. Razlika izmedju poligona čestina i histograma čestina je u sledećem: poligon čestina je prikazan jednom izlomljenom linijom koja povezuje sredine intervala grupnog (intervalnog) obeležja u raspodeli. Ako se na mestima gde se koordinate presecaju sve tačke povežu pravom linijom dobija se poligon čestina (sl. 7).

Iz slike se vidi da je poligon čestina jednostavniji prikaz od histograma čestina, a posebna mu je prednost što je pogodan za uporedjenje različitih raspodela i što pruža mogućnost brzog uvida u krivu čestina.

6.4. Kriva uravnatih čestina

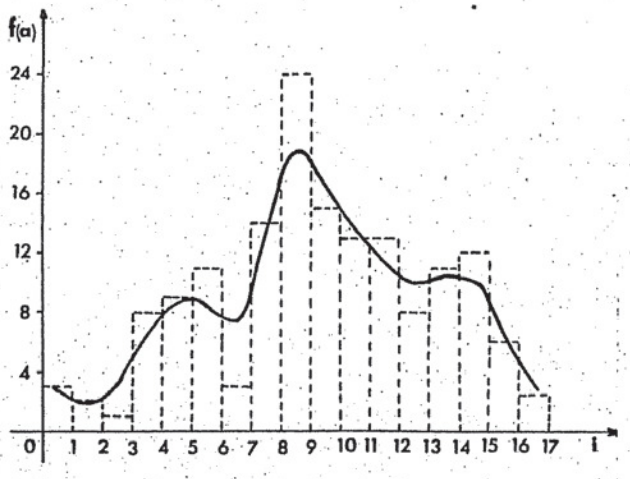
Kriva uravnatih čestina je jedan od najpogodnijih grafičkih prikaza raspodele sa kontinuiranim numeričkim obeležjem. Dobija se povlačenjem kroz histogram čestina jedne neprekidne linije i to tako da površi-

ne odsečene od svakog pravougaonika budu približno jednake površinama koje se pravougaoniku dodaju.



Slika 7. - Poligon apsolutnih čestina srednjih dnevnih temperatura januara od 1956. do 1960.godine u Bihaću

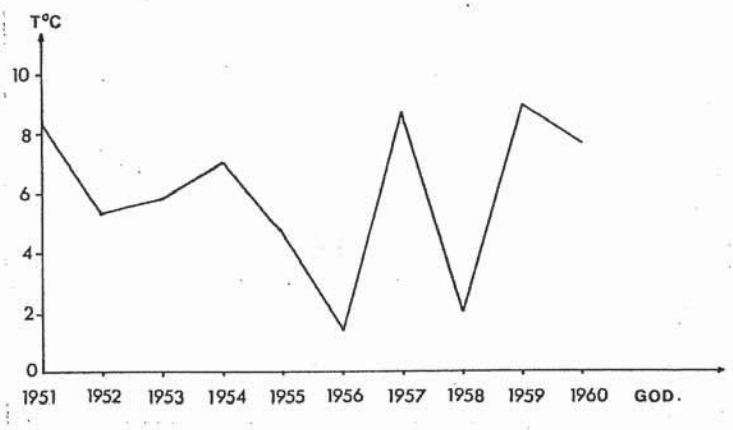
Izgled krive uravnatih čestina dat je na primeru srednjih dnevnih temperatura januara od 1956. do 1960.godine u Bihaću (sl. 8).



Slika 8. -Kriva uravnatih čestina srednjih dnevnih temperatura januara od 1956. do 1960.godine u Bihaću

6.5. Linijski dijagram

Osnovne odlike linijskog dijagrama sa aritmetičkom skalom na ordinati su jednak razmak izmedju pojedinih podela i promene elementa grafički prikazanih, date u apsolutnim veličinama. Kod linijskog dijagrama po apscisi se nanose vremenske jedinice (dan, mesec, godina itd.), a na ordinati veličine pojave. Namena ovog dijagrama je posebno značajna za prostorno uporedjenje kontinuiranih elemenata, kao i za proučavanje hodova meteoroloških elemenata. Izlomljena linija na grafikonu označava liniju razvoja, i to uzlaz linije pokazuje porast a silaz pad pojave.



Slika 9.- Linijski dijagram srednjih temperatura marta u Beogradu od 1951.do 1960. godine

6.6. Oblici krivih čestina

Krive čestina javljaju se u različitim oblicima. Njihova raznovrsnost je beskrajna, ali se ipak mogu razlikovati četiri osnovna oblika.

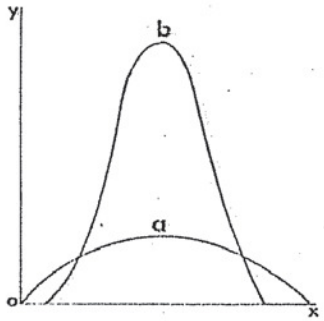
- Prvi je tip simetrične ili normalne krive, koji je redak ali izuzetno važan za mnoga teoretska izučavanja (Paragraf 9, sl. 14).

- Drugi oblik čine zvonaste nenormalne krive (sl. 10).

- Treći oblik zvonaste nesimetrične krive (pozitivno asimetrična kriva i negativno asimetrična kriva) prikazan je na slici 11 i kao četvrti oblik javljaju se "U" kriva i "J" kriva, slika 12. Zvonasta, nenormalna kriva čestina pokazuje (ističe) razlike u obliku raspodele čestina, i to u smislu spljoštenosti i u smislu izduženosti.

Zvonasta nesimetrična kriva može da bude pozitivno i negativno asimetrična.

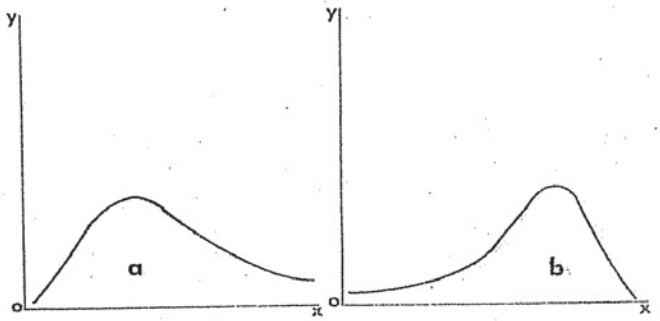
Pozitivno asimetrična je ona kriva kod koje je izduženi deo na desnoj strani (sl. 11a), a negativno asimetrična kod koje je izduženi deo na levoj strani (sl. 11b). Oba oblika nesimetrične zvonaste krive vrlo često se koriste odnosno sreću u raspodeli čestina meteoroloških elemenata i pojava. Kriva "U" je specifičan oblik koji karakteriše raspodelu čestina sa minimumom u centru a maksimumom na krajevima. Kod ove krive kao i kod krive "J" (jota) nesimetričnost u raspodeli čestina je vrlo naglašena.



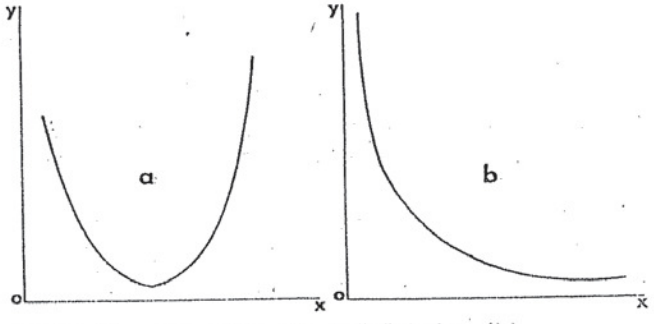
Slika 10.-Zvonasta nenormalna kriva: smisao spljoštenosti (a) i smisao izduženosti (b)

6.7. Opšta napomena o grafičkom prikazivanju vrednosti meteoroloških elemenata

Tabelarni način izražavanja vrednosti meteoroloških elemenata stran je svima onima koji još nisu vešti da iz brojeva upoznaju količinske odnose prikazane kolonama i redovima u tabelama. Zbog toga je i nastala potreba da se statistički obradjeni meteorološki elementi prikazuju pristupačnije, jasnije i preglednije. Taj oblik, odnosno način prikazivanja meteoroloških elemenata naziva se grafički način, a zasniva se na prikazivanju količinskih odnosa elementa ili elemenata pomoću geometrijskih likova koji omogućavaju ja-



Slika 11.- Zvonasta nesimetrična kriva:
a-pozitivno asimetrična
b-negativno asimetrična



Slika 12.- "U" kriva (a) i "J" kriva (b)

sniju predstavu o tim odnosima. Ti količinski odnosi dobijaju konkretan oblik koji je pristupačan i shvatljiv. Grafičko prikazivanje meteoroloških elemenata

popularise statistički izračunate meteorološke podatke, pomaže rešavanje stručnih problema, a takodje je i sredstvo naučnog istraživanja u oblasti meteorologije. Da bi grafikon služio navedenoj nameni, mora biti jednostavan, jasan i pregledan. Grafikon koji je komplikovan i nad kojim se treba zamisliti da bi se ustanovilo šta predstavlja, odnosno što se htelo njime prikazati, nije dobar. Ako se već mora razmišljati u svakom slučaju je bolje i korisnije razmišljati o podacima datim u obliku kolona i redova u tabeli,nego šta se htelo grafikonom prikazati. Svrha grafičkog prikaza nije da zameni tabelarni prikaz, već da tabelu prikaže u preglednijem i pristupačnijem obliku. Veća preglednost grafikona ide na štrb preciznosti, ali od grafikona se i ne očekuje preciznost kao od tabele, ili kao u tabelarnom prikazu. Od grafičkog prikaza se traži da stvori sliku o nekoj pojavi kakvu bi stvorila sama pojava kad bi se neposredno posmatrala. To znači da slika grafičkog prikaza mora što vernije da odražava stvarnost.

7. MERE CENTRALNE TENDENCIJE
- Srednje vrednosti -

Reprezentativna vrednost jedne raspodele čestina je ona veličina koja odražava ponašanje svih pojedinačnih veličina u toj raspodeli i koja se nalazi izmedju najmanje i najveće vrednosti obeležja u raspodeli tog kolektiva.

Marks je rekao da "... prosečna veličina uvek postoji samo kao prosek mnogih različitih individualnih veličina iste vrste". Sadržaj ovog Marksovog citata isključuje svako idealističko shvatanje o srednjim vrednostima.

Kada se obradi jedan kolektiv podataka u smislu izražavanja njegovih članova preko čestina (apsolutnih, relativnih, uravnatih i zbirnih) i kada se grafički prikažu vrednosti tih čestina i tim putem istaknu neke bitne karakteristike u pojavi ili elementu, nameće se potreba da se ceo taj kompleks podataka odnosno njihova brojnost zameni jednom karakteristikom - jednim brojem koji će moći da zameni čitav niz podataka u raspodeli.

Ta karakteristika, taj reprezentativan broj obeležja naziva se mera centralne tendencije ili prosečna, tj. srednja vrednost u raspodeli. Ove karakteristike ili mere centralne tendencije utvrdjuju se na više načina, pa se u vezi sa tim javlja i više vrsta srednjih vrednosti. U skladu sa osobinama tih karakteristika, načinom izračunavanja i njihovim značenjem mogu se podeliti na dve grupe:

- pozicione srednje vrednosti i

- izračunate srednje vrednosti.

Pozicionesrednje vrednosti su medijan i mod, a izračunata srednja vrednost je aritmetička srednja vrednost.

7.1. Pozicione srednje vrednosti

7.1.1. Medijan - centralna vrednost

Medijan (Me) potiče od latinske reči medianus, što znači postavljen u sredinu. Medijan predstavlja srednju vrednost numeričkog obeležja koja deli članove kolektiva u dva jednaka dela tako što se u jednom delu nalaze članovi kolektiva koji imaju vrednost numeričkog obeležja jednaku ili manju od medijana, a u drugom delu članovi kolektiva koji imaju vrednost numeričkog obeležja jednaku ili veću od medijana. Vrednost medijana je znači, odredjena njegovim položajem u numeričkom nizu.

Za niz (kolektiv) sa parnim brojem članova medijan se nalazi izmedju N/2 i N/2 + 1. Za niz sa neparnim brojem članova medijan se nalazi na $\left[(N-1)/2+1\right]$. Pri odredjivanju medijana članovi kolektiva moraju biti rasporedjeni u rastućem ili opadajućem nizu po njihovoj veličini. Takav raspored članova naziva se stroj - rastući ili opadajući.

Način rasporeda podataka u stroju i odredjivanje medijana prikazan je na primeru srednjih dnevnih temperatura u Ljubljani za februar 1960. godine. Na osnovu podataka iz Tabele 4 dobija se rastući stroj, tj. raspored podataka po veličini, polazeći od najniže prema najvišoj vrednosti podataka. Naš primer (Tabela 4a) sadrži neparan broj članova kolektiva - 29 članova.

Tabela 4. - Srednje dnevne temperature februara 1960.godine u Ljubljani

Dan	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
t^oC	-3,7	-4,7	-3,7	-4,7	-4,3	-5,6	-5,9	-5,6	-3,5	0,4	1,6	4,6	5,2	1,3	0,6
Dan	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	
t^oC	1,8	0,6	1,3	4,2	2,6	2,2	3,5	4,7	3,3	5,2	7,6	5,6	7,6	10,1	

Tabela 4a. - Raspored u rastućem stroju podataka iz Tabele 4

Dan	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
t^oC	-5,9	-5,6	-5,6	-4,7	-4,7	-4,3	-3,7	-3,7	-3,5	0,4	0,6	0,6	1,3	1,3	1,6
Dan	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	
t^oC	1,8	2,2	2,6	3,3	3,5	4,2	4,6	4,7	5,2	5,2	5,6	7,6	7,6	10,	

Medijan je $\left[(29-1)/2+1\right] = 15$, tj. medijan je 15-ti član kolektiva iz rastućeg stroja, a njegova vrednost iznosi 1,6°C.

U kolektivu sa parnim brojem članova, kao na primeru srednjih dnevnih temperatura aprila 1973. godine za Sarajevo, medijan se odredjuje na sledeći način. članovi kolektiva se takodje rasporede u stroju (u ovom slučaju primera radi - u opadajućem) i medijan se nalazi kao izračunata vrednost izmedju rednih brojeva 15 i 16. Medijan je izmedju (30/2 i 30/2+1)=15 i 16, tj. izmedju 15-tog i 16-tog rednog broja. To znači da se položaj medijana kao pozicione vrednosti odredjuje zbirom 7,7°C+7,0°C i deobom sa 2, tj. 7,7+7,0/2=7,4°C. Medijan je, znači, vrednost temperature od 7,4°C. Nešto je komplikovanije odredjivanje medi-

Tabela 5. - Srednje dnevne temperature aprila 1973. godine u Sarajevu

Dan	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
t°C	8,8	11,1	7,0	0,4	0,5	2,9	7,8	10,9	15,2	15,2	6,2	5,5	1,4	3,6	1,2
Dan	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29	30.
t°C	2,6	6,2	8,0	9,8	6,4	5,5	6,8	7,7	9,1	9,1	5,9	9,4	13,0	13,5	14,7

Tabela 5a. - Raspored u opadajućem stroju podataka iz Tabele 5

Dan	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
t°C	15,2	15,2	14,7	13,5	13,0	11,1	10,9	9,8	9,4	9,1	9,1	8,8	8,0	7,8	7,7
Dan	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
t°C	7,0	6,8	6,4	6,2	6,2	5,9	5,5	5,5	3,6	2,9	2,6	1,4	1,2	0,5	0,4

jana kada su članovi kolektiva rasporedjeni po klasama intervala, odnosno kada su odredjene čestine tih članova. U takvom slučaju, da bi bio prikazan način odredjivanja medijana poslužiće primer raspodele srednjih dnevnih temperatura maja od 1966. do 1970. godine za Beograd.

Iz apsolutnih i zbirnih čestina (Tabela 6) koje su odredjene u otvoru intervala od po 1°C, sadržanih u 20 klasa, medijan se odredjuje pomoću obrasca koji je predstavljen jednačinom (4).

$$M_e = L + i \frac{N/2 - f'_z}{f'_a} . \qquad (4)$$

Da bi se dobio medijan pomoću navedenog obrasca potrebno je prvo izračunati N/2, tj. polovinu ukupnog broja članova razvrstanih u apsolutne čestine. U našem primeru (Tabela 6) N iznosi 155, a za N/2 uzima se broj 78, dobijen zaokruživanjem (77,5). Ovaj broj odnosno ova polovina apsolutnih čestina omo-

Tabela 6.- Apsolutne i zbirne čestine srednjih dnevnih temperatura maja od 1966. do 1970. godine u Beogradu

Dan \ Godina	1966.	1967.	1968.	1969.	1970.	Klasa	Interval	f_a	f_z
1.	14,4	18,7	16,4	20,9	8,0	1	8,0 do 9,0	2	2
2.	17,7	16,6	18,3	19,4	8,0	2	9,0 do 10,0	4	6
3.	16,0	18,8	17,8	20,2	9,4	3	10,0 do 11,0	3	9
4.	19,7	11,5	21,1	22,6	11,9	4	11,0 do 12,0	6	15
5.	21,2	11,6	25,8	23,6	10,3	5	12,0 do 13,0	9	24
6.	21,5	14,9	27,9	22,0	13,4	6	13,0 do 14,0	8	32
7.	22,4	17,1	25,6	17,9	16,8	7	14,0 do 15,0	12	44
8.	18,7	18,1	17,5	17,0	19,2	8	15,0 do 16,0	8	52
9.	14,0	19,6	18,9	16,4	20,5	9	16,0 do 17,0	20	72
10.	14,5	18,8	20,7	16,0	22,3	10	17,0 do 18,0	13	85
11.	12,8	17,2	24,2	16,4	20,7	11	18,0 do 19,0	14	99
12.	12,2	20,5	27,8	16,2	14,4	12	19,0 do 20,0	8	107
13.	16,6	20,3	20,5	20,8	16,3	13	20,0 do 21,0	15	122
14.	18,4	20,8	12,7	23,4	16,5	14	21,0 do 22,0	12	134
15.	19,9	23,0	14,2	25,9	19,4	15	22,0 do 23,0	9	143
16.	18,0	22,5	13,6	25,9	16,9	16	23,0 do 24,0	3	146
17.	16,9	22,0	16,5	21,0	15,0	17	24,0 do 25,0	1	147
18.	17,1	16,3	11,0	21,9	15,0	18	25,0 do 26,0	4	151
19.	18,4	15,8	11,0	23,4	12,6	19	26,0 do 27,0	-	151
20.	17,2	14,6	13,7	10,1	14,2	20	27,0 do 28,0	4	155
21.	17,4	15,8	21,3	11,1	14,2				
22.	16,4	13,2	21,4	13,8	15,2				
23.	16,8	17,0	21,2	15,8	9,9				
24.	18,7	12,4	20,1	18,6	9,3				
25.	18,0	16,3	21,4	20,4	12,7				
26.	17,4	13,0	22,1	21,0	14,7				
27.	12,3	15,8	20,5	22,3	16,3				
28.	10,9	17,9	20,0	22,7	12,4				
29.	11,2	19,8	20,0	27,6	13,9				
30.	9,6	18,6	18,9	27,7	18,0				
31.	14,2	13,7	14,9	21,3	16,0				

gućuje da se odredi klasa intervala i donja granica intervala (L) u kome se nalazi medijan. Kod zbirnih čestina izračunatih na osnovu apsolutnih, vidi se da je vrednost 78 najpribližnija vrednosti 72 zbirne čestine koja se nalazi u 9-toj klasi (interval od 16,0 - 17,0) sa donjom granicom od 16°C. Sa f'_z označena je zbirna čestina niže klase intervala, koja u našem primeru ima vrednost od 52, a sa f_a apsolutna čestina u klasi kojoj pripada medijan.

Zamenom dobijenih vrednosti u jednačini (4), uključujući i otvor intervala (i) koji iznosi $1^{o}C$ - dobija se:

$$Me = 16 + 1 \cdot \frac{78-52}{20} \quad ;$$

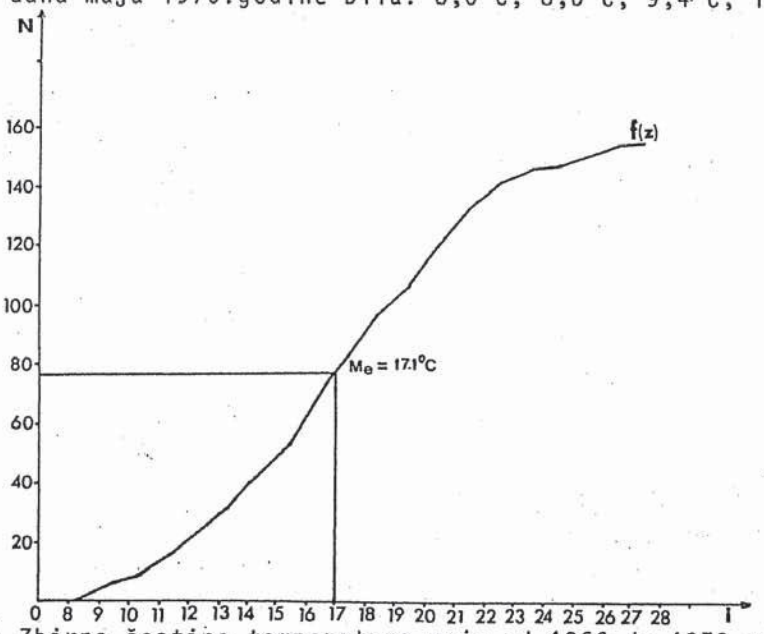
$$Me = 16 + 1,3 = 17,3^{o}C.$$

Medijan se može vrlo jednostavno i grafički odrediti. Na grafikonu koji prikazuje zbirne čestine (sl. 13) nadje se na ordinati N/2. Iz te tačke na ordinati treba povući paralelu sa apscisom sve do preseka sa linijom zbirnih čestina.

Iz tačke preseka povuče se normala na apscisu i u tački preseka normale sa apscisom pročita se vrednost medijana. Vrednost medijana odredjena na ovaj način iznosi $17,1^{o}C$. Ovo je jednostavnija ali nešto grublja metoda odredjivanja medijana.

7.1.2. Mod

Mod (Mo) je vrednost numeričkog obeležja u raspodeli čestina, koja se javlja kao čestina najveće učestanosti ili numerička vrednost u kolektivu koja se najčešće javlja. U Tabeli 6 vrednost numeričkog obeležja koja se najčešće javlja je kod 9-te klase, i ta vrednost iznoi 20, tj. čestina pojave srednjih dnevnih temperatura od $16^{o}C$ do $17^{o}C$ je najčešća u maju od 1966-1970.godine u Beogradu. Iz iste tabele vidimo da je srednja dnevna temperatura prvih pet dana maja 1970.godine bila: $8,0^{o}C$, $8,0^{o}C$, $9,4^{o}C$, $11,9^{o}C$ i $10,3^{o}C$.



Slika 13. - Zbirne čestine temperature maja od 1966. do 1970.godine u Beogradu i vrednost medijana odredjena grafičkim putem

U ovom malom kolektivu primećuje se da je njegova najčešća vrednost, odnosno jedini član koji se javlja dva puta, podatak 8,0°C. U ovom slučaju ta vrednost predstavlja mod.

Kada su članovi kolektiva raspodeljeni u čestine po grupnim razmacima (klasama) intervala, mod se odredjuje na sledeći način:

$$Mo = L + i \frac{f_a' - f_a''}{(f_a' - f_a'') + (f_a' - f_a''')} . \qquad (5)$$

U obrascu (5) L predstavlja donju granicu intervala u kome se nalazi najveća čestina, f_a' - čestinu moda, f_a'' - prvu nižu apsolutnu čestinu od čestine intervala u kome se nalazi mod, a f_a''' - čestinu intervala koja prva sledi iza intervala u kome se nalazi mod.

Kada se simboli zamene podacima iz Tabele 6, dobija se sledeća vrednost za mod:

$$Mo = 16 + 1 \cdot \frac{20-8}{(20-8)+(20-13)} ;$$

$$Mo = 16 + 0,63 ; \quad Mo = 16,6^{o}C.$$

Ova vrednost moda se razlikuje od srednje vrednosti intervala u kome se nalazi najveća čestina za 0,1°C.

7.2. Izračunate srednje vrednosti

7.2.1. Aritmetička srednja vrednost

Jedna od najpoznatijih i u meteorologiji najčešće korišćenih srednjih vrednosti je aritmetička srednja vrednost ili aritmetička sredina, odnosno prosek ($\bar{X}$). U najopštijem obliku aritmetička srednja vrednost se definiše kao odnos izmedju algebarskog zbira vrednosti obeležja jednog skupa jedinica ili članova kolektiva i broja tih jedinica odnosno članova kolektiva (N). Ova definicija se izražava obrascem (6)

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots X_N}{N} = \frac{\Sigma X}{N} . \qquad (6)$$

U obrascu (6) $\bar{X}$ (iks sa crtom) predstavlja znak za aritmetičku sredinu, X vrednost obeležja jedinica ili članova kolektiva u skupu, Σ (veliko slovo grčke azbuke, sigma) znak za zbir ili sumu, a N ukupan broj jedinica ili članova kolektiva u skupu.

U primeni obrasca za izračunavanje aritmetičke sredine, osim prethodno datih simbola, upotrebljava se i simbol koji označava zbir pojedinih jedinica ili članova kolektiva, na primer da bi se označilo da su sabrane samo prve četiri vrednosti iz kolektiva odnosno prve četiri jedinice (X) to se obeležava kao $\sum_{1}^{4} X$, itd.

Aritmetička srednja vrednost može se izračunati na više načina. Razlika u načinu izračunavanja aritmetičke srednje vrednosti svodi se uglavnom na to kako će se doći do zbira, sume. Najjednostavnije je izračunavanje aritmetičke srednje vrednosti, kada se raspolaže individualnim podacima za svaku jedinicu ili svaki član kolektiva, tj. kada jedinice ili članovi kolektiva nisu grupisani niti pak rasporedjeni u čestine po grupama intervala.

Date su, na primer, temperature vazduha izmerene u 7^h (po lokalnom vremenu) u Beogradu od 1. do 10. januara 1973. godine:

Dani	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
t^oC	-0,5	1,8	3,0	0,1	0,0	0,1	-0,7	-0,7	-0,6	-1,2

$$\bar{X} = \frac{-0,5+1,8+3,0+0,1+0,0+0,1+(-0,7)+(-0,7)+(-0,6)+(-1,2)}{10},$$

$$\bar{X} = \frac{1,3}{10}; \qquad \bar{X} = 0,13^oC.$$

Ako se svaka individualna vrednost numeričkog obeležja (temperature vazduha) zameni aritmetičkom srednjom vrednošću, dobija se polazna veličina, tj. zbir odnosno suma numeričkog obeležja 1,3. To znači ako se obe strane izraza $\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$ pomnože sa N dobija se izraz:

$$N \cdot \bar{X} = \Sigma X. \qquad (7)$$

Aritmetička srednja vrednost je izračunata mera centralne tendencije koja se u meteorologiji vrlo često upotrebljava. Česta upotreba aritmetičke srednje vrednosti u meteorologiji zasniva se na obilju informacija (izvornih podataka) koje koristi meteorologija sa njenim vidovima proučavanja, a takodje i na izvanrednim svojstvima aritmetičke srednje vrednosti kao izračunate veličine. Ta izvanredna svojstva aritmetičke srednje vrednosti koja ne poseduje ni jedna druga izračunata statistička veličina, sastoje se u sledećem:

- Aritmetička srednja vrednost ne mora biti jednaka ni jednoj od vrednosti (jedinica ili članova kolektiva) za koje se ona izračunava, ali ipak najbolje odgovara svakoj od njih.

- Aritmetička srednja vrednost je veličina koja medju vrednostima iz kojih se izračunava ima takav srednji položaj da se odstupanja

pojedinih vrednosti od nje (pozitivna i negativna) potpuno poklapaju. Algebarski zbir odstupanja vrednosti, iz kojih je aritmetička srednja vrednost izračunata, od aritmetičke srednje vrednosti jednak je nuli, tj.:

$$\Sigma(X - \bar{X}) = 0. \qquad (8)$$

Ovo svojstvo aritmetičke srednje vrednosti se dokazuje na sledeći način:

$$\Sigma(X-\bar{X}) = \Sigma X - N\bar{X} = \Sigma X - \Sigma X = 0 . \qquad (9)$$

U ovoj jednačini, a u skladu sa jednačinom (7) $N\bar{X}$ je zamenjeno sa ΣX. Primena izraza (8), na primer temperatura vazduha u 7^h od 1-10. januara 1973.godine za Beograd, data je u Tabeli 7.

U kolini 2 Tabele 7 vidi se da je algebarski zbir pozitivnih i negativnih odstupanja od aritmetičke srednje vrednosti ravan nuli. Nijedna druga izračunata veličina, koja reprezentuje neki skup podataka, nema i ne može imati to svojstvo. To znači, ako se odstupanja vrednosti numeričkog obeležja računaju od bilo koje veličine (može se obeležiti sa "a") različite

Tabela 7.- Temperature vazduha prve dekade januara 1973.godine u Beogradu, izmerene u 7 časova

Dani	X 1	$X-\bar{X}$ 2	$(X-\bar{X})^2$ 3	(X-a) 4	$(X-a)^2$ 5
1.	-0,5	-0,63	0,40	-1,5	2,25
2.	1,8	1,67	2,79	0,8	0,64
3.	3,0	2,87	8,24	2,0	4,00
4.	0,1	-0,03	0,00	-0,9	0,81
5.	0,0	-0,13	0,02	-1,0	1,00
6.	0,1	-0,03	0,00	-0,9	0,81
7.	-0,7	-0,83	0,69	-1,7	2,89
8.	-0,7	-0,83	0,69	-1,7	2,89
9.	-0,6	-0,73	0,53	-1,6	2,56
10.	-1,2	-1,33	1,77	-2,2	4,84
$\bar{X}$	0,13	Σ=0	Σ=15,12	Σ=-8,7	Σ=22,69

od aritmetičke srednje vrednosti, njihov zbir neće biti jednak nuli.

Dokaz:

$$\Sigma(X-a)=\Sigma\left[(X-\bar{X})+(\bar{X}-a)\right] = \Sigma(X-\bar{X})+N(\bar{X}-a).$$

Obrazac (8) pokazuje da je $\Sigma(X-\bar{X}) = 0$, pa je na osnovu toga i

$$\Sigma(X-a) = N(\bar{X}-a). \qquad (10)$$

Na osnovu ovog dokaza vidi se da je zbir odstupanja vrednosti numeričkog obeležja od neke vrednosti "a" koja je različita od aritmetičke srednje vrednosti, različit od nule. Ovim putem može da se dokaže i kolika je ta razlika. Iz izraza datog obrascem (10) proizilazi da je ta razlika jednaka N puta pomnoženo razlikom izmedju aritmetičke sredine i vrednosti "a" od koje su odstupanja računata.

Ako se u našem primeru, datom u Tabeli 7, odstupanja računaju od "a" = 1,0, zbir tih odstupanja će biti: 10(0,13-1,0) = -8,7. Da je dobijeni rezultat tačan može se uveriti algebarskim zbirom podataka iz kolone 4 Tabele 7.

Zbir odstupanja je negativan jer je "a" veće od aritmetičke srednje vrednosti. Zbir odstupanja bi bio pozitivan kad bi "a" bilo manje od aritmetičke srednje vrednosti.

- Naredno karakteristično svojstvo aritmetičke srednje vrednosti je to da je zbir kvadrata odstupanja pojedinih vrednosti, iz kojih je aritmetička srednja vrednost izračunata, od aritmetičke srednje vrednosti minimalan. To znači da je vrednost zbira najmanja moguća vrednost, tj. da zbir kvadrata odstupanja vrednosti numeričkog obeležja ima veću vrednost od svake vrednosti različite od aritmetičke srednje vrednosti.

Ovo svojstvo aritmetičke srednje vrednosti izražava se obrascem

$$\Sigma(X-\bar{X})^2 = \text{minimum}. \qquad (11)$$

Dokaz:

$$\Sigma(X-a)^2 = \Sigma\left[(X-\bar{X})+(\bar{X}-a)\right]^2,$$

$$\Sigma(X-\bar{X})^2+2(\bar{X}-a)\Sigma(X-\bar{X})+N(\bar{X}-a)^2.$$

Primenom obrasca (9), koji glasi $\Sigma(X-\bar{X}) = 0$, dobija se konačan oblik:

$$\Sigma(X-a)^2 = \Sigma(X-\bar{X})^2+N(\bar{X}-a)^2. \qquad (12)$$

Iz obrasca (12) proizilazi da je suma kvadrata odstupanja računatih od neke veličine "a" uvek veća od sume kvadrata odstupanja računatih od aritmetičke srednje vrednosti za N puta kvadrat razlike aritmetičke srednje vrednosti i

te veličine "a". Ta je suma stalno pozitivna jer su joj članovi kvadrati. Na ovom svojstvu aritmetičke srednje vrednosti zasniva se jednostavniji način izračunavanja aritmetičke srednje vrednosti pomoću transformiranog obeležja. U primeru temperatura izmerenih za 7^h u Beogradu od 1. do 10. januara (Tabela 7) ako se oduzme od svakog člana kolektiva vrednost "a" = 1 dobija se vrednost (X-a). Ove diferencije (X-a) označe se sa d. Iz izraza (10) koji glasi:

$$\Sigma(X-a) = N(\bar{X}-a), \text{ proizilazi da je } (\bar{X}-a) = \frac{\Sigma(X-a)}{N}, \quad a$$

$$\bar{X} = a + \frac{\Sigma(X-a)}{N} = a + \frac{\Sigma d}{N} . \tag{13}$$

Ako se primene vrednosti iz navedenog primera dobija se

$$\bar{X} = 1,0 + \frac{(-8,7)}{10} = 1,0 - \frac{8,7}{10} ;$$

$$\bar{X} = 0,13^{o}C.$$

Ovako se dobija ista vrednost aritmetičke srednje vrednosti kao i bez transformiranog obeležja, ali na jednostavniji način.

Kad se izračunava aritmetička srednja vrednost iz podataka rasporedjenih po klasama intervala, odnosno kada se računa aritmetička srednja vrednost čestina vrednosti meteoroloških elemenata i pojava, koristi se obrazac:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma f_{ai} X_i}{N} = a + \frac{1}{N} \Sigma f_{ai}(X_i - a). \tag{14}$$

U navedenom obrascu simboli imaju sledeća značenja:

f_{ai} - apsolutna čestina intervala,

X_i - sredina klase intervala,

N - obim kolektiva, tj. ukupan broj podataka u kolektivu. Primenom obrasca (14) na podatke prikazane u Tabeli 2, izračunava se aritmetička srednja vrednost na sledeći način:

Izraz $\Sigma f_{ai} X_i = (f_{a1}X_1 + f_{a2}X_2 + \ldots + f_{ai}X_i + \ldots + f_{an}X_n)$,

pa na osnovu toga zamenom vrednosti izračunava se aritmetička srednja vrednost:

$$\bar{X} = \frac{\{[3(-17)] + [2(-15)] + [1(-13)] + [8(-11)] + \ldots .}{155}$$

$$\frac{\ldots + 12(11) + 6(13) + 2(11)\}}{155} = \frac{93}{155} = 0,60^{o}C.$$

Aritmetička srednja vrednost izračunata na osnovu apsolutnih čestina podataka Tabele 2 iznosi $0,6^{o}C$. Ovaj način izračunavanja aritmetičke srednje vrednosti primenjuje se za veći broj podataka odnosno veći obim kolektiva grupisanih (po čestinama) podataka. Uzimajući u obzir navedena svojstva aritmetičke srednje vrednosti i njenu namenu pri proučavanjima u meteorologiji i njenim vidovima, može se zaključiti da je aritmetička srednja vrednost najpoznatija mera centralne tendencije i najviše upotrebljavana od svih ostalih srednjih vrednosti. Njene posebne odlike su jednostavnost u utvrdjivanju i razumljivost interpretacije izračunate numeričke vrednosti koja predstavlja aritmetičku srednju vrednost.

7.3. Uzajamni odnosi mera centralne tendencije

Mere centralne tendenciije, primenjene na neki niz podataka ili na raspodelu čestina toga niza, daju različitu numeričku vrednost. Izuzetak u ovom smislu susreće se samo pri primeni mera centralne tendencije na simetričnu raspodelu podataka, odnosno na raspodelu podataka koja daje simetričnu krivu.

Razlika u numeričkoj vrednosti mera centralne tendencije dolazi od njihovog posebnog značenja i posebnog svojstva. Pre primene bilo koje od mera centralne tendencije (aritmetičke srednje vrednosti, moda, medijana), potrebno je poznavati svojstva osnovnih karakteristika koje te mere poseduju, kao i njihov medjusobni odnos. Primera radi može se navesti da vrednost aritmetičke srednje vrednosti neće biti ni približno upotrebljiva ako je izračunata iz malog broja podataka sa mnogo različitih, po veličini, individualnih numeričkih vrednosti. Naime, aritmetička srednja vrednost ima svoje pravo značenje ako se izračunava iz homogenih nizova. Nasuprot aritmetičkoj srednoj vrednosti medijan kao mera centralne tendencije nije "osetljiv" na ekstremne vrednosti. Takodje je potrebno znati da, ako se u raspodeli čestina pojavljuje više puta ista vrednost čestine odnosno dva ili više modusa, vrednost moda nije moguće odrediti.

Uzajamni odnos mera centralne tendencije je sledeći:

- Pri simetričnoj raspodeli čestina, što je već napomenuto, aritmetička srednja vrednost, medijan i mod imaju iste numeričke vrednosti

$$\bar{X} = Me = Mo. \qquad (15)$$

- Kod pozitivno asimetrične raspodele čestina aritmetička srednja vrednost ima najveću numeričku vrednost, medijan manju, a mod najmanju:

$$\bar{X} > Me > Mo. \qquad (16)$$

Kod negativno asimetrične raspodele aritmetička srednja vrednost je najmanja, mod je veći, a medijan je na 1/3 razmaka izmedju aritmetičke srednje vrednosti i moda:

$$Mo > Me > \bar{X}. \qquad (17)$$

Imajući u vidu sva nabrojana svojstva mera centralne tendencije, kao i njihove odlike i njihov medjusobni odnos, može se zaključiti da iste mogu dobro da posluže kao reprezentativne vrednosti skupova (kolektiva, nizova), a njihova analiza kao zaključak o bilo kom elementu ili pojavi iz oblasti meteoroloških proučavanja.

7.4. Kvartili i decili

Kvartili i decili su položajne mere koje karakterišu raspodelu čestina meteoroloških elemenata i pojava. Naime, to su vrednosti numeričkog obeležja koje dele raspodelu čestina na 4 odnosno 10 jednakih delova kvartila i decila.

Prvi kvartil (Q_1) iznosi 25% od svih vrednosti obeležja.

Drugi kvartil (Q_2) je vrednost obeležja koja iznosi 50% ukupne čestine i predstavlja medijan.

Treći (Q_3) predstavlja 3N/4 ili 75% od ukupnih čestina, a četvrti (Q_4) čini 100%.

Isto značenje imaju i decili, s tom razlikom što oni predstavljaju 10% od ukupnog broja članova u nizu. To znači da peti decil predstavlja medijan, tj. 50%, a drugi decil 20% od ukupne čestine obeležja.

Način za odredjivanje kvartila i decila kod raspodele čestina (intervalne raspodele) isti je kao i način odredjivanja medijana. Naime, prvi kvartil $Q_1 = N/4$ i treći kvartil $Q_3 = 3\,N/4$ kod raspodele čestina mogu se dobiti na sledeći način:

$$Q_1 = L + i\,\frac{\frac{N}{4} - f_z}{f_a}\,; \qquad Q_3 = L + i\,\frac{\frac{3N}{4} - f_z}{f_a}\,. \qquad (18)$$

Primenom obrasca (18) na vrednost Tabele 6, dobijaju se za Q_1 i Q_3 sledeće vrednosti:

$$Q_1 = 14,0 + 1. \frac{39-32}{12} = 14,6^oC,$$

$$Q_3 = 20,0 + 1. \frac{116-107}{15} = 20,6^oC.$$

Vrednost prvog i trećeg kvartila pokazuje nam da 50% osmatranja srednjih dnevnih temperatura maja u Beogradu(Tabela 6) leži u granicama od $6,0^oC$, tj. razlike Q_3-Q_1.

Najniža vrednost srednje dnevne temperature u Tabeli 6 iznosi $8,0^oC$, a najviša $27,9^oC$.

Zbir razlika izmedju najniže vrednosti temperature i prvog kvartila ($6,6^oC$) i najviše vrednosti temperature i trećeg kvartila ($7,3^oC$) iznosi $13,9^oC$. To znači da je ostalih 50% podataka rasporedjeno na temperaturnu razliku od $13,9^oC$. Na osnovu ovih podataka može se zaključiti da nema nekih velikih odstupanja srednjih dnevnih temperatura od aritmetičke srednje vrednosti niza podataka, koja iznosi $17,5^oC$. Razlika Q_3-Q_1 naziva se interkvartil. Što je interkvartil brojno manji to će polovina članova kolektiva sve više biti grupisana oko medijana i aritmetičke sredine, što znači da će rasipanje podataka biti manje i obratno.

8. MERE DISPERZIJE (RASIPANJA) I DEVIJACIJE (ODSTUPANJA)

Aritmetička srednja vrednost, kao izračunata mera centralne tendencije, karakteriše sve vrednosti numeričkog obeležja koje variraju od člana do člana u jednom kolektivu. Aritmetičkom srednjom vrednošću zamenjuje se svaka individualna vrednost obeležja, pa prema tome ona predstavlja svaku individualnu vrednost obeležja, a takodje i skup svih vrednosti obeležja. Ovo svojstvo aritmetičke srednje vrednosti biće izražajnije što su individualne vrednosti obeležja približnije vrednosti sredine, tj. što te individualne vrednosti manje odstupaju od srednje vrednosti. Reprezentativna moć aritmetičke srednje vrednosti zavisi i od stupnja promenljivosti vrednosti obeležja za koje se izračunava. Stupanj reprezentativnosti srednje vrednosti je od izuzetnog značaja za svako statističko računanje sa srednjim vrednostima radi izvodjenja odredjenih zaključaka po meteorološkom problemu koji se analizira, odnosno koji se želi proučiti.

I pored svih njenih odlika, jasno je da aritmetička srednja vrednost ne može biti uvek karakteristika koja je dovoljna u raspodeli čestina, jer često dva niza podataka imaju istu ili približno istu aritmetičku srednju vrednost iako se medjusobno jako razlikuju. Raspodele čestina istog obeležja, na primer čestina temperature ili čestina oblačnosti, mogu se razlikovati i po tome što vrednosti numeričkog obeležja njihovih

članova pokazuju različit raspon i različito rasipanje tih članova. To rasipanje podataka kolektiva naziva se disperzija (rasipanje).

Primera radi mogu se navesti dva niza (kolektiva) podataka čije je obeležje normalna mesečna i godišnja temperatura iz perioda od 1931. do 1960.godine za Titograd i Ulcinj.

Naziv \ Mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Titograd	5,2	6,7	9,9	14,4	19,1	23,8	27,1	26,6	22,2	16,2	11,2	6,7	15,8
Ulcinj	7,1	8,8	10,1	14,1	18,2	22,2	24,9	24,7	21,5	17,1	12,8	8,9	15,9

Uporedjujući normalne godišnje temperature Titograda i Ulcinja vidi se da je razlika vrlo mala, $0,1^{o}C$. I pored tako male razlike u aritmetičkoj srednjoj vrednosti godišnjih temperatura ova dva mesta, ne bi se na osnovu toga smeo izvesti zaključak o režimu temperature, odnosno o godišnjem hodu temperature za Titograd i Ulcinj. To dokazuje da aritmetička srednja vrednost ne može biti uvek dovoljna karakteristika u raspodeli čestina bilo kog meteorološkog elementa, bez obzira na iste ili približno iste srednje vrednosti istog obeležja za dva mesta koja uporedjujemo u meteorološkom smislu. To znači da osim karakteristike raspodele čestina predstavljene aritmetičkom srednjom vrednošću, nastaje potreba i za drugom karakteristikom raspodele čestina koja izražava stupanj promenljivosti vrednosti obeležja. Gruba analiza članova kolektiva (srednjih mesečnih temperatura Titograda i Ulcinja) pruža mogućnost uočavanja da je odstupanje izmedju najveće i najmanje vrednosti - raspon varijacije - za Titograd $22,9^{o}C$, a za Ulcinj $17,8^{o}C$.

Ovom karakteristikom (koja se u meteorologiji naziva godišnje kolebanje temperature) upotpunjuje se saznanje o ponašanju režima temperature u Titogradu i Ulcinju. Raspon varijacije, kao što se vidi, uključuje najmanju i najveću vrednost kolektiva, a ostale vrednosti zanemaruje. Da bi se proučio režim bilo kog meteorološkog elementa i pojave, mora se nastojati da se statističkim obradama obuhvate i da se da značaj svakoj vrednosti, odnosno svakoj jedinici ili članu kolektiva u masi ili skupu kojim se želi doći do zaključka o ponašanju elementa ili pojave. To znači da je,osim aritmetičke srednje vrednosti i raspona varijacije potrebno znati i niz drugih mera disperzije (rasipanja) koje predočavaju detaljnije uvide u podatke koji se analiziraju. Podatak dobija na svom značaju u sklopu ostalih podataka u kolektivu ako je bliži, po svojoj vrednosti, aritmetičkoj srednjoj vrednosti kolektiva. Podatak dobija na kvalitetu ukoliko manje odstupa od srednje aritmetičke vrednosti niza podataka, medju kojima se i on nalazi.

Takva odstupanja podataka od aritmetičke srednje vrednosti niza tih podataka nazivamo individualna odstupanja ili devijacije (d_i). Ona mogu biti pozitivna i negativna. Pozitivna odstupanja su ako je numerička vrednost podatka veća od aritmetičke srednje vrednosti, a negativna ako je numerička vrednost podatka manja od aritmetičke srednje vrednosti.

Način odredjivanja individualnih odstupanja, odnosno devijacija, kao i druge mere disperzije vide se na primeru srednjih dnevnih temperatura januara 1973. godine u Ljubljani (Tabela 8). Aritmetička srednja vrednost $\bar{X}$ iznosi $-0,1^oC$ u Tabeli 8. Pozitivna (d_{i+}) i negativna (d_{i-}) odstupanja, odnosno devijacije od aritmetičke srednje vrednosti, data su Tabelom 8a.

Zbir pozitivnih odstupanja treba da bude ravan zbiru negativnih odstupanja, ukoliko se odstupanja izračunavaju od aritmetičke srednje vrednosti dobijene bez zaokruživanja, što u našem primeru nije slučaj. Naime, aritmetička srednja vrednost $-0,1^oC$ dobijena je zaokruživanjem vrednosti $-0,11^oC$. Na osnovu takvog zaokruživanja dobija se razlika izmedju zbira pozitivnih odstupanja (Σd_{i+}) i zbira negativnih odstupanja (Σ_{di-}) koja iznosi $0,3^oC$. U ispravnost ovakvog računanja lako se je uveriti ako se zanemarena vrednost $-0,01^oC$ (toliko je oduzeto zaokruživanjem od aritmetičke srednje vrednosti) pomnoži sa brojem sabiraka, tj. sa 31, čime se dobije $-0,3^oC$; upravo koliko iznosi razlika pozitivnih i negativnih odstupanja. Na osnovu dobijenih individualnih odstupanja dobija se srednje odstupanje ili srednja devijacija, koja se obeležava malim grčkim slovom μ (mi). Apsolutni zbir (zbir bez obzira na znak) individualnih odstupanja podeljen sa ukupnim brojem sabiraka (N) predstavlja srednje odstupanje ili srednju devijaciju.

$$\mu = \frac{\Sigma / d_i /}{N} . \qquad (19)$$

Tabela 8.- Srednje dnevne temperature januara 1973. godine u Ljubljani

Dan	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
t^oC	-1,6	-0,2	1,1	0,8	1,4	0,9	-0,8	0,4	-0,4	-0,8	-1,4	-1,0	-1,0	-3,4	4,2	0,6
Dan	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	
t^oC	-1,6	0,7	0,6	1,2	1,0	1,7	0,7	1,1	0,6	-3,5	-3,0	-0,6	-0,1	-1,6	0,6	

Tabela 8a.- Devijacije srednjih dnevnih temperatura iz Tabele 8

Dan	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
d_i	-1,5	-0,1	1,2	0,9	1,5	1,0	-0,7	0,5	-0,3	-0,7	-1,3	-0,9	-0,9	-3,3	4,3	0,7
Dan	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	
d_i	-1,5	0,8	0,7	1,3	1,1	1,8	0,8	1,2	0,7	-3,4	-2,9	-0,5	0,0	-1,5	0,7	

Primenjujući obrazac (19) na vrednost iz Tabele 8a, srednje odstupanje iznosi:

$$\mu = \frac{1,5 + 0,1 + 1,2 + ..+1,5 + 0,7}{31} = \frac{38,7}{31},$$

$$\mu = 1,25C.$$

Vrlo često se srednja devijacija ili srednje odstupanje u meteorologiji koristi u analizama kao srednja promenljivost (μ')

$$\mu' = \frac{\Sigma(X-\bar{X})}{N} \quad ; \qquad \mu'' = \frac{\Sigma/d_i/}{N}. \tag{19a}$$

Interesantan je za razmišljanje citat velikog nemačkog meteorologa - klimatologa V. Kepena (W.Köppen), koji ističe u svojim radovima da: " odstupanja ili devijacije pojedinih članova kolektiva od aritmetičke srednje vrednosti nisu "greške", već razlika izmedju stvarnih veličina i aritmetičke srednje vrednosti kao apstraktne računske veličine". Takodje ističe u svojim radovima: "da se odstupanja najčešće ne grupišu simetrično oko aritmetičke srednje vrednosti, što je obično kod slučajnih grešaka posmatranja, nego su rasporedjena vrlo neravnomerno, naročito ako su pojedine vrednosti prema jednoj strani ograničene nulom, na primer padavine".

Srednje odstupanje ili srednja devijacija, kao mera disperzije, ima nedostataka koji proizilaze iz same definicije srednjeg odstupanja. Da bi se dobilo srednje odstupanje uzima se apsolutni zbir devijacija i deli sa ukupnim brojem sabiraka, odnosno izražava se prosek apsolutnih veličina. Upravo usled ovakvog postupka izračunavanja, srednje odstupanje i ima dva krupna nedostatka. Prvi nedostatak je u nelogičnosti sadržaja dobijene numeričke vrednosti (u našem primeru 1,25^{o}C), a drugi u nepogodnosti za dalju obradu. Medjutim, srednje odstupanje ili srednja devijacija, kao mera disperzije, služi kao osnov za izračunavanje drugih, kvalitetnijih i mnogo više korišćenih mera disperzije. Jedna od takvih mera disperzije jeste varijansa.

Varijansa je mera prosečnog kvadratnog odstupanja pojedinih članova u raspodeli od njihove aritmetičke srednje vrednosti. Označava se malim grčkim slovom σ^2 (sigma na kvadrat). Izražava se obrascem:

$$\sigma^2 = \frac{\Sigma(X-\bar{X})^2}{N} = \frac{\Sigma d_i^2}{N}. \tag{20}$$

Varijansa je u stvari širina rasipanja, tj. disperzija, koja pokazuje u kolikim su granicama podaci odnosno članovi kolektiva rasuti od njihove aritmetičke srednje vrednosti. Varijansa je vrlo pogodna mera za višu statističku obradu i analizu, jer zadovoljava matematičke kriterijume. Mora se napomenuti da u

svom izrazu daje uvećanu veličinu varijacije. Zbog ovog nedostatka manje se koristi za praktičan rad, ali nalazi značajnu primenu (na osnovu zadovoljavajućih matematičkih kriterijuma) u statističko-teorijskim razmatranjima. Korišćenjem individualnih odstupanja iz Tabele 8a i primenom obrasca (20) izračunava se vrednost varijanse σ^2.

$$\sigma^2 = \frac{77,31}{31} = 2,49^{o}C$$

Srednje odstupanje μ iznosi $1,25^{o}C$, a varijansa σ^2 ima vrednost koja je dva puta veća od srednjeg odstupanja, odnosno od srednje devijacije, i ta vrednost iznosi $2,49^{o}C$. Iz ovog primera se vidi da varijansa daje uvećanu veličinu varijacije, a to je upravo (kao što smo već napomenuli) njen nedostatak za praktično korišćenje u statističkim metodama primenjenim u meteorologiji. Varijansa sa izvadjenim kvadratnim korenom naziva se standardna devijacija (σ) ili srednje kvadratno odstupanje, a u matematici srednja kvadratna greška.

U primeru za koji je računata varijansa dobijena je vrednost $\sigma^2 = 2,49^{o}C$. Ako se izvadi koren iz te vrednosti dobiće se standardna devijacija, čija vrednost iznsi $1,57^{o}C$. Standardna devijacija je izražena u istim jedinicama mere u kojima je izraženo i numeričko obeležje, odnosno aritmetička srednja vrednost tog obeležja. Standardna devijacija je jedna od najkvalitetnijih pokazatelja varijacije u raspodeli podataka odnosno članova kolektiva. Upravo ti kvaliteti uslovljavaju izuzetno čestu upotrebu standardne devijacije u svim meteorološkim proučavanjima zasnovanim na primeni statističkih metoda. Standardna devijacija može se definisati i kao kvadratni koren iz prosečnog kvadratnog odstupanja pojedinih članova u raspodeli,upravo njihovih odstupanja od aritmetičke srednje vrednosti raspodele.

Na osnovu definicije, obrazac za izračunavanje standardne devijacije glasi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(X-\bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\Sigma d_i^{\,2}}{N}} \quad \ldots \qquad (21)$$

Primena obrasca (21) je pogodna ako se standardna devijacija izračunava za niz negrupisanih podataka o bilo kom obeležju. Medjutim, ako se standardna devijacija izračunava za raspodelu bilo kojih čestina, mnogo je pogodniji obrazac (22)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma f_a (X-\bar{X})^2}{\Sigma f_a}} = \sqrt{\frac{\Sigma f_a d_i^{\,2}}{N}} \quad \ldots \qquad (22)$$

Tabela 8b. - Individualna odstupanja srednjih dnevnih temperatura januara 1973. godine u Ljubljani dignuta na kvadrat

Dan	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
d_i^2	2,25	0,01	1,44	0,81	2,25	1,00	0,49	0,25	0,09	0,49	1,69	0,81	0,81	10,89	18,49	0,49
Dan	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	39.	30.	31.	
d_i^2	2,25	0,64	0,49	1,69	1,21	3,24	0,64	1,44	0,49	11,56	8,41	0,25	0,00	2,25	0,49	

Rečeno je da je standardna devijacija jedan od najkvalitetnijih pokazatelja varijacije u raspodeli podataka, odnosno članova kolektiva. Ti kvaliteti standardne devijacije zasnovani su na njenim odredjenim sledećim osobinama.

- Po svom sadržaju standardna devijacija ili srednje kvadratno odstupanje je apsolutna mera varijacije i pokazuje realnu meru odstupanja pojedinih vrednosti (članova kolektiva) u raspodeli od aritmetičke srednje vrednosti.

Ovakvo njeno svojstvo daje mogućnost da se standardna devijacija koristi kao mera za ispitivanje reprezentativnosti aritmetičke srednje vrednosti. Naime, ako standardna devijacija ima malu vrednost, to potvrdjuje visok stepen sličnosti jedinica odnosno visok stepen ujednačenosti, po numeričkim vrednostima, članova kolektiva, a samim tim i homogenost raspodele. Ako standardna devijacija ima veliku vrednost to upravo pokazuje suprotnost od prethodnog navoda.

- Standardna devijacija je zasnovana na učešću svih članova kolektiva u raspodeli i uvek se računa kao odstupanje od aritmetičke srednje vrednosti sa doslednom matematičkom tačnošću.

I pored prednosti koje poseduje standardna devijacija, potrebno je navesti njen nedostatak koji se održava prilikom uporedjenja dva niza sa istim obeležjem, a različitim numeričkim vrednostima. Ovaj nedostatak je posledica toga što je standardna devijacija mera apsolutne varijacije,što znači da zavisi od jedinica mere i izraza u kojem je dato obeležje. Pri upoređivanju dva niza podataka sa različitim numeričkim vrednostima obeležja, umesto standardne devijacije, kao mere apsolutne varijacije, koristi se relativna mera disperzije kojom se eliminiše uticaj različite numeričke vrednosti obeležja jedinica jednog i drugog niza ili kolektiva.

Ta relativna mera disperzije koja se zasniva na standar-

dnoj devijaciji naziva se koeficijent varijacije (V).

Koeficijent varijacije se izračunava iz odnosa standardne devijacije i aritmetičke srednje vrednosti. Taj odnos se izražava u procentima, što znači da koeficijent varijacije izražava procentualni iznos standardne devijacije od aritmetičke srednje vrednosti.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%. \qquad (23)$$

Na primeru količina padavina (mm) juna od 1955. do 1964. godine za Novi Sad upoznaće se primena koeficijenta varijacije izračunatog preko svih do sada navedenih mera disperzije (individualnog odstupanja, srednje devijacije, varijanse i standardne devijacije).

Tabela 9.- Količine padavina u junu od 1955. do 1964. godine za Novi Sad

	VI	d_i	d_i^2
1955.	43	-10	100
1956.	124	71	5041
1957.	17	-36	1296
1958.	50	- 3	9
1959.	85	32	1024
1960.	22	-31	961
1961.	35	-18	324
1962.	49	- 4	16
1963.	40	-13	169
1964.	62	9	81
$\bar{X}$	53 mm		
μ		22,7 mm	
σ^2			902,1 mm^2
σ			30,03 mm
V			56,6%

Primenjujući obrazac (23) dobija se za koeficijent varijacije:

$$V = \frac{30,03}{53} \cdot 100\%.$$

$$V = 56,6\%$$

Vrednost koeficijenta varijacije, koja se zaokružuje na 57%, znači da srednje odstupanje mesečnih količina padavina za Novi Sad, u navedenih 10 godina, iznosi 57% od bilo koje mesečne količine iz tog perioda.

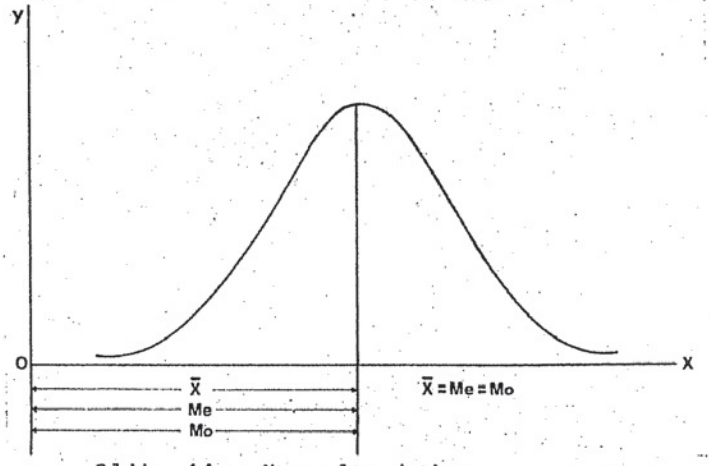
Naime, pomoću koeficijenta varijacije se vidi da srednje odstupanje ili srednja devijacija odstupa za 57% od položaja aritmetičke srednje vrednosti.

9. NORMALNA RASPODELA

Raspodele i mere disperzije koje smo do sada upoznali su empirijski, tj. sve su zasnovane na odredjenim,stvarnim podacima. Osim ovih raspodela, koriste se i statističke analize i modeli odnosno teorijske raspodele koje služe za uporedjenje stvarnih raspodela. Jedna od najpoznatijih i u meteorologiji najčešće korišćenih teorijskih raspodela jeste normalna raspodela, ili kako se najčešće u literaturi naziva Gausova raspodela, odnosno Gausov zakon normalne raspodele.

Grafički prikaz normalne raspodele (sl. 14) naziva se normalna kriva.

Ova kriva zvonastog oblika ima tri karakteristične osobine: simetrična je u odnosu na vertikalnu osu, ima izražen maksimum i prevojne tačke.



Slika 14.- Normalna kriva

Iz grafičkog prikaza normalne krive vidi se da je aritmetička srednja vrednost jednaka modu, a mod medijanu, ($\bar{X} = M_o = M_e$).

Primena normalne raspodele u meteorologiji, kao naučnoj disciplini koja do rezultata dolazi pretežno putem merenja i osmatranja, zasniva se na sledećim činjenicama: prilikom merenja meteoroloških elemenata neminovne su izvesne greške. Zbog toga se proračunavaju odredjene veličine koje brojno karakterišu raspodelu grešaka učinjenih prilikom merenja. Te veličine, sa kojima smo se već upoznali,jesu: srednje kvadratno odstupanje ili

standrdna greška (σ) i srednje odstupanje ili, kako se u matematici naziva, prosečna greška (μ).

Da bi se ove veličine, koje karakterišu normalnu raspodelu grešaka, mogle pravilno primeniti na neki meteorološki niz podataka, potrebno je prvo ispitati da li se taj niz podataka pokorava zakonu normalne raspodele. Pod pojmom normalne raspodele u statistici se podrazumeva idealna raspodela grešaka učinjenih prilikom merenja neke veličine. Greške, tj. odstupanja od tačne vrednosti merene veličine, rasporedjuju se kod normalne raspodele simetrično u odnosu na tačnu vrednost. Svakoj pozitivnoj grešci odgovara po apsolutnoj vrednosti isto tolika negativna greška. Najčešće su greške čija je apsolutna vrednost najmanja, a najredje čija je apsolutna vrednost najveća. Pojedinačni rezultati merenja nekog meteorološkog niza sa odredjenim obeležjem mogu se posmatrati i analizirati u odnosu na nekoliko veličina koje numerički reprezentuju taj niz. Jedna od veličina najčešće upotrebljavana kao numerički reprezentant meteoroloških nizova je aritmetička srednja vrednost. Prema tome, odstupanje ili devijacija od aritmetičke srednje vrednosti predstavlja u meteorološkom smislu "grešku" iz Gausovog zakona normalne raspodele.

Tabela 10. - Srednje dnevne temperature prve dekade juna u Splitu za period od 1956. do 1973. godine

Godina \ Dan	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1956.	18,0	18,6	21,0	22,8	22,4	22,6	23,4	23,3	17,2	18,0
1957.	21,1	20,8	22,9	19,5	18,7	21,0	23,4	23,5	23,9	25,2
1958.	24,0	25,3	25,7	25,5	23,3	22,5	23,7	22,9	24,4	21,3
1959.	17,5	20,9	21,8	22,5	20,8	21,2	22,1	24,3	23,0	19,2
1960.	21,9	23,2	22,5	22,8	21,9	21,8	19,5	22,5	24,2	24,0
1961.	22,1	19,3	17,5	17,3	19,2	19,1	18,6	18,0	19,8	17,7
1962.	25,2	23,6	17,2	16,6	15,9	15,9	15,6	15,8	15,8	17,1
1963.	18,2	19,7	19,1	20,3	21,2	22,4	22,1	22,6	21,6	22,2
1964.	22,2	22,4	23,7	25,6	26,7	25,6	28,3	25,4	20,6	22,2
1965.	20,4	20,9	22,0	21,9	18,2	18,1	19,8	19,6	17,3	14,4
1966.	13,6	17,8	20,0	21,0	20,0	20,2	20,9	22,4	22,6	23,6
1967.	14,5	19,2	21,4	21,7	20,7	21,2	23,2	20,6	21,0	19,0
1968.	20,1	20,0	22,9	22,4	22,0	22,4	22,3	22,9	23,1	19,8
1969.	23,0	16,4	18,4	18,8	20,1	17,1	15,0	17,6	21,7	21,3
1970.	20,3	16,5	16,0	17,4	17,9	16,0	21,2	21,5	22,8	22,5
1971.	17,4	19,5	21,9	22,6	21,6	21,7	20,0	19,5	21,0	21,8
1972.	21,4	21,6	20,4	22,6	23,1	24,8	25,8	26,6	25,9	24,4
1973.	22,9	24,0	22,4	19,9	23,2	23,2	23,7	21,7	20,0	21,6

Namena Gausovog zakona normalne raspodele biće prikazana na primeru srednjih dnevnih temperatura prve dekade juna u Splitu za period od 1956. do 1973.godine (Tabela 10). Analizom podataka srednjih dnevnih temperatura (Tabela 10), saznaje se da su se temperature kretale u granicama od 13,6°C do 28,3°C, pa se na osnovu toga može zaključiti da je rasipanje u odnosu na aritmetičku srednju vrednost (21,0°C) prilično veliko. Da bi se znalo da li se ovaj niz podataka pokorava Gausovom zakonu normalne raspodele potrebno je da se osim rasipanja podataka odrede i devijacije (odstupanja) podataka od aritmetičke srednje vrednosti.

Grafički prikaz devijacija, odnosno kriva čestina devijacija treba da bude u osnovnim konturama (crtama), slična grafičkom prikazu normalne raspodele (sl. 14).

Na osnovu ove sličnosti i stepena izraženosti iste može se zaključiti da li se niz pokorava normalnoj raspodeli.

Ukoliko ne postoji sličnost izmedju grafičkog prikaza čestina devijacija i normalne krive, svako dalje ispitivanje pokoravanja Gausovom zakonu praktično je nekorisno. Medjutim, vrlo često se kod kontinuiranih meteoroloških elemenata raspodela čestina devijacija, grafički prikazana, razlikuje u sličnosti, od normalne krive. Da bi se izbeglo izračunavanje devijacije obrazuje se, kao jednostavnija, tablica apsolutnih čestina, odnosno grafički prikaz apsolutnih čestina.

Na osnovu grafičkog prikaza raspodele apsolutnih čestina podataka može se sa sigurnošću utvrditi da li će grafički prikaz raspodele devijacija biti sličan u glavnim crtama normalnoj krivoj. Ukoliko kriva apsolutnih čestina podataka ima oblik normalne krive, sigurno je da će takav oblik imati i kriva čestina devijacija. U tom smislu formira se tabela apsolutnih čestina i grafički se predstavljaju (Tabela 10a).

Kriva čestina odnosno poligon čestina (sl. 15) srednjih dnevnih temperatura prve dekade juna meseca ima prilično nesaglašen tok. Kriva ima dosta izražen maksimum u intervalu od 22,0°C do 23,0°C i izvesne poremećaje u intervalima od 17,0°C do 18,0°C i 25,0°C do 26,0°C. Ove nesaglašenosti krive i navedeni poremećaji mogu se delimično objasniti kratkoćom analiziranog perioda (18 godina). Medjutim, i pored svih navedenih nesaglašenosti kriva čestina ima karakter zvonaste krive odnosno krive normalne raspodele.

Na osnovu oblika krive prikazane na slici 15, može se pretpostaviti da će i kriva čestina devijacija imati takodje zvonast oblik odnosno oblik normalne krive.

Tek sada ima smisla prići izračunavanju devijacija (odstupanja) i ispitati numerički, na osnovu kriterijuma koji proizilaze iz teorije

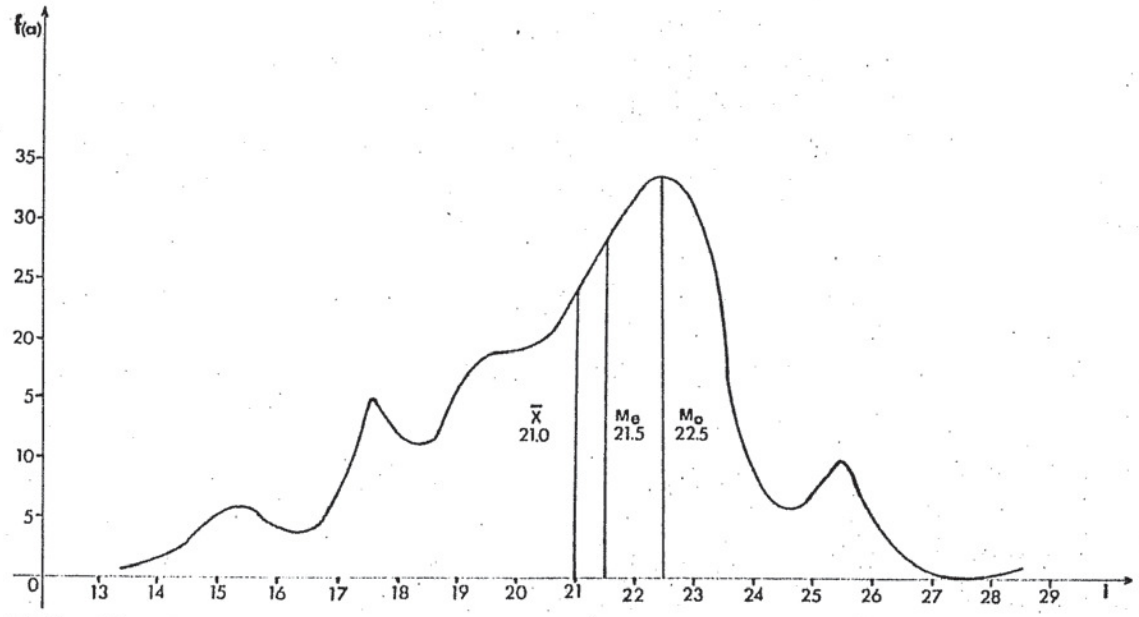
Tabela 10a. - Apsolutne (f_a) i zbirne (f_z) čestine podataka iz Tabele 10

Broj klasa intervala	Interval	Sredina intervala	f_a	f_z
1.	13,0 - 14,0	13,5	1	1
2.	14,0 - 15,0	14,5	3	4
3.	15,0 - 16,0	15,5	6	10
4.	16,0 - 17,0	16,5	4	14
5.	17,0 - 18,0	17,5	15	29
6.	18,0 - 19,0	18,5	11	40
7.	19,0 - 20,0	19,5	19	59
8.	20,0 - 21,0	20,5	20	79
9.	21,0 - 22,0	21,5	28	107
10.	22,0 - 23,0	22,5	34	141
11.	23,0 - 24,0	23,5	20	161
12.	24,0 - 25,0	24,5	6	167
13.	25,0 - 26,0	25,5	10	177
14.	26,0 - 27,0	26,5	2	179
15.	27,0 - 28,0	27,5	-	179
16.	28,0 - 29,0	28,5	1	180

normalne raspodele grešaka, da li raspodela našeg niza podataka odnosno devijacija tih podataka zadovoljava uslove normalne raspodele.

Taj kriterijum glasi: "Najmanje dve trećine svih grešaka (devijacija) treba da imaju apsolutnu vrednost manju od standardne greške (σ) da bi se niz pokoravao normalnoj raspodeli".

Ovaj uslov postavljen navedenim kriterijumom je potreban ali ne i dovoljan da bi se neka raspodela devijacija u potpunosti pokoravala Gausovom zakonu normalne raspodele. Medjutim, pošto je u velikom broju slučajeva utvrdjeno da se devijacije nekog niza merenja odlično slažu sa normalnom raspodelom, ako je pomenuti kriterijum ispunjen, i kriterijum uslovno dat upotrebljava se kao potreban i dovoljan. Na osnovu ovih postavki mogu se na ispitivani niz primeniti svi rezultati teorije grešaka koji su izvedeni sa pretpostavkom da su greške, odnosno u našem slučaju devijacije, bile normalno rasporedjene.



Slika 15. - Kriva čestina (poligon čestina) srednjih dnevnih temperatura prve dekade juna od 1956. do 1973. godine u Splitu (Tabela 10a)

Medjutim, ako niz podataka ne ispunjava uslov kriterijuma, onda je potrebno oceniti kolika je ta razlika u procentima, i na osnovu iste, odnosno u zavisnosti od veličine razlike doneti odluku o daljem ispitivanju niza. Da bi se videlo da li se naš niz podataka pokorava ovom kriterijumu, potrebno je da se izračunaju devijacije podataka. Način izračunavanja devijacija (odstupanja) podataka, kvadratne ili standardne greške (σ), moda (Mo) i medijana (Me) dat je u prethodnim paragrafima, a ovde će se upotrebiti izračunate vrednosti ovih veličina.

Aritmetička srednja vrednost, srednjih dnevnih temperatura prve dekade juna u Splitu (Tabela 10) za navedeni period iznosi 21,0°C. Zbir kvadrata svih devijacija (Tabela 10b) iznosi $d_i^2 = 1337,84$, a na osnovu zbira srednja kvadratna ili standardna greška $\sigma = 2,73$°C.

Medijan i mod izračunati na osnovu apsolutnih i zbirnih čestina (Tabela 10a) iznose: Me = 21,5°C, a Mo = 22,3°C.

Kada je odredjena vrednost σ treba naći koji je broj devijacija koje su po apsolutnoj vrednosti manje od σ. Ovaj broj može se dobiti prebrojavanjem devijacija predstavljenih tabelarno (Tabela 10b). Medjutim, mnogo je jednostavnije broj devijacija, manjih po apsolutnoj vrednosti od σ potrebnih za uslov kriterijuma, naći pomoću apsolutnih čestina (Tabela 10a). Treba odrediti koliki se broj podataka iz Tabele 10a nalazi u intervalu $\bar{X} \pm \sigma$, tj. u granicama $21,0 \pm 2,73$. Granični intervali ovog zbira i razlike su od

18,27 do 23,73, tj. šesta i jedanaesta klasa intervala. Ako se saberu čestine iz područja graničnih intervala odnosno klasa intervala dobiće se da je zbir jednak 132. To znači da broj devijacija manjih ili jednakih σ iznosi 132. Skoro isti broj dobio bi se i prebrojavanjem samih devijacija, samo što je taj postupak znatno sporiji.

Kada je dobijen broj devijacija koja su po apsolutnoj vrednosti manje ili jednake standardnoj ili srednjoj kvadratnoj greški, može se sa sigurnošću tvrditi da se naš niz devijacija povinuje zakonu normalne raspodele, jer je broj devijacija u intervalu $\pm \sigma$ veći od 2/3 ukupnog broja (N = 180) devijacija:

$$132 > 2/3 \cdot 180.$$

Pošto naš niz ispunjava kriterijum normalne raspodele može se prići odredjivanju ostalih veličina koje karakterišu tu raspodelu.

Prvo treba naći verovatnu grešku (r). Verovatna greška ili verovatna devijacija je mera za gustinu nagomilavanja broja podataka oko aritmetičke srednje vrednosti niza tih podataka.

$$r=0,6745\cdot\sqrt{\frac{\Sigma(X-\bar{X})^2}{(N-1)}}. \qquad (24)$$

Ako se u imenitelju umesto (N-1) stavi N, dobiće se već poznata formula za izračunavanje standardne devijacije ili srednje kvadratne greške (σ).

Znači verovatna greška je 0,6745- struka vrednost standardne greške (σ).

$$r = 0,6745\sigma. \qquad (24a)$$

Verovatna greška predstavlja onu vrednost devijacije od koje je polovina svih devijacija manja odnosno veća po apsolutnoj vrednosti. Prema tome može se reći da je polovina svih devijacija, u našem primeru normalne raspodele, manja po apsolutnoj vrednosti od $r = 1,83^{o}C$.

Srednje odstupanje ili srednja greška (μ) koja se definiše izrazom $\mu = \frac{\Sigma/d_i/}{N}$ iznosi, u ovom primeru $2,18^{o}C$. Medjutim, izraz za srednje odstupanje ili za srednju grešku (μ) dobijen iz teorije grešaka (računa verovatnoće) pod pretpostavkom da je njihova raspodela normalna, glasi:

$$\mu = 0,798\sigma. \qquad (25)$$

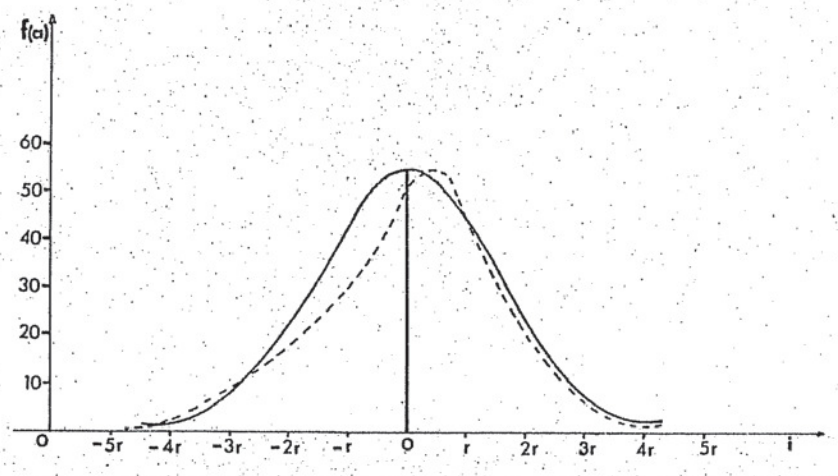
Ovaj izraz (25) može da posluži kao jedan od kriterijuma, potreban, ali ne i dovoljan, da se na osnovu njega odredi da li se ispitivani niz devijacija povinuje Gausovom zakonu normalne raspodele. Vrednost dobijena za μ po izrazu (25) iznosi:

$$\mu = 0{,}798 \cdot 2{,}73 = 2{,}18^{o}C.$$

Kao što se vidi, razlika izmedju srednjeg odstupanja ili srednje greške računato na oba načina ne postoji. Na osnovu toga može da se izvede zaključak da se ispitivani niz može smatrati normalnim.

Da su prethodne pretpostavke o korišćenju grafikona raspodele apsolutnih čestina, kao i o karakteru pomenutog kriterijuma, bile realne u pogledu odredjivanja pokoravanja niza srednjih dnevnih temperatura, prve dekade juna, normalnoj raspodeli, najbolje će pokazati grafički prikaz raspodele devijacija našeg niza. Devijacije će biti raspodeljene u intervale čiji će otvor biti vrednost verovatne greške ili verovatne devijacije (r).

Vrednost verovatne greške u našem primeru iznosi r = 1,83^{o}C.



Slika 16.- Grafički prikaz stvarne raspodele čestina devijacija i grafički prikaz normalne krive

Grafički prikaz devijacija (Tabela 10b) dat je na slici 16.

Na slici 16 osim stvarne raspodele devijacija dat je i grafički prikaz normalne raspodele izvučen punom linijom.

Može se, na osnovu slike, zaključiti da je podudarnost krivih s praktične strane potpuno zadovoljavajuća.

Na osnovu dobijene vrednosti za standardnu devijaciju (σ) koja iznosi 2,73^{o}C može se napisati jednačina krive raspodele dvijacija.

Tabela 10b. - Čestine devijacija, preme podacima Tabele 10, u otvoru intervala vrednosti verovatne greške (r)

D e v i j a c i j e

Dan / Godina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	klasa	interval	čestina
1956.	-3,0	-2,4	0,0	1,8	1,4	1,6	2,4	2,3	-3,8	-2,2	1	-5r do - 4r	1
1957.	0,1	-0,2	1,9	-1,5	-2,3	0,0	2,4	2,5	2,9	4,2	2	-4r do - 3r	3
1958.	3,0	4,3	4,7	4,5	2,3	1,5	2,7	1,9	3,4	0,3	3	-3r do - 2r	15
1959.	-3,5	-0,1	0,8	1,5	-0,2	0,2	1,1	3,3	2,0	-1,8	4	-2r do - r	23
1960.	0,9	2,2	1,5	1,8	0,9	1,8	-1,5	1,5	3,2	3,0	5	- r do 0	37
1961.	1,1	-1.7	-3,5	-3,7	-1,8	-1,9	-2,4	-3,0	-1,2	-3,3	6	0 do r	56
1962.	4,2	2,6	-3,8	-4,4	-5,1	-5,1	-5,4	-5,2	-5,2	-3,9	7	r do 2r	31
1963.	-2,8	-1,3	-1,9	-0,7	0,2	1,4	1,1	1,6	0,6	1,2	8	2r do 3r	11
1964.	1,2	1,4	2,7	4,6	5,7	4,6	7,3	4,4	-0,4	1,2	9	3r do 4r	3
1965.	-0,6	-0,1	1,0	0,9	-2,8	-2,9	-1,2	-1,4	-3,7	-6,6	10	4r do 5r	.
1966.	-7,4	-3,2	-1,0	0,0	-1,0	-0,8	-0,1	1,4	1,6	2,6			
1967.	-6,5	-1,8	0,4	0,7	-0,3	0,2	2,2	-0,4	0,0	-2,0			
1968.	-0,9	-1,0	1,9	1,4	1,0	1,4	1,3	1,9	2,1	-1,2			
1969.	2,0	-4,6	-2,6	-2,2	-0,9	-3,9	-6,0	-3,4	0,7	0,3			
1970.	-0,7	-4,5	-5,0	-3,6	-3,1	-5,0	0,2	0,5	1,8	1,5			
1971.	-3,6	-1,5	0,9	1,6	0,6	0,7	-1,0	-1,5	0,0	0,8			
1972.	0,4	0,6	-0,6	1,6	2,1	3,8	4,8	5,6	4,9	3,4			
1973.	1,9	3,0	1,4	-1,1	2,2	2,2	2,7	0,7	-1,0	0,6			

Normalna kriva data je sledećim izrazom:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{X^2}{2\sigma^2}} \quad . \qquad (26)$$

U jednačini y označava veličinu ordinate na odredjenoj udaljenosti od aritmetičke srednje vrednosti. π je konstanta 3,14159; $\sqrt{2\pi}$ = 2,5066, e je baza prirodnih logaritama 2,71828, a X je numeričko obeležje (promenljiva). Ako se u jednačini normalne raspodele izvrši zamena simbola dobijenim vrednostima dobiće se jednačina krive raspodele devijacija srednjih dnevnih temperatura prve dekade juna meseca za Split:

$$y = 0{,}146\, e^{-0{,}067\, X^2} .$$

Pošto je dokazano da se niz pokorava normalnoj raspodeli, izvršiće se, na osnovu izračunatih veličina,i kvantitativna (brojna) klasifikacija obeležja ispitivanog u nizu, odnosno srednjih dnevnih temperatura prve dekade juna u Splitu.

Medjutim, pre toga treba se upoznati sa još jednom greškom aritmetičke srednje vrednosti. Ta greška aritmetičke srednje vrednosti, koja se izračunava deobom standardne devijacije (σ) sa korenom iz ukupnog broja podataka u nizu, naziva se standardna greška aritmetičke srednje vrednosti (σ_1)

$$\sigma_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}. \qquad (27)$$

U našem primeru, za koji smo videli da se pokorava normalnoj raspodeli, standardna greška aritmetičke srednje vrednosti iznosi:

$$\sigma_1 = \frac{2,73}{\sqrt{180}} = 0,20.$$

Dobijeni rezultat za standardnu grešku aritmetičke srednje vrednosti znači sledeće: Aritmetička srednja vrednost srednjih dnevnih temperatura prve dekade juna u Splitu dobijena iz nekog znatno dužeg niza osmatranja od našeg 18-godišnjeg, nalaziće se verovatno u granicama $\bar{X} \pm \sigma_1$, odnosno u granicama $21,0 \pm 0,20$. Kao što se vidi ova greška aritmetičke srednje vrednosti služi nam da bi se donekle videlo kako bi izgledala aritmetička srednja vrednost dobijena iz znatno dužeg perioda.

Kvantitativna (brojana) klasifikacija obeležja zasniva se na vrednosti verovatne greške ili verovatne devijacije (r). Naime, verovatna greška može se uzeti kao merilo normalnosti nekog elementa u meteorologiji, tako što se svi podaci tog elementa (obeležja) čije su devijacije (odstupanja) manje od vrednosti verovatne greške mogu smatrati kao normalni. Kvantitativna klasifikacija srednjih dnevnih temperatura prve dekade juna u Splitu i karakteristika te klasifikacije prikazana je tabelom 10c.

Tabela 10c.- Klasifikacija srednjih dnevnih temperatura prve dekade juna u Splitu prema verovatnoj devijaciji (r)

Karakteristika	Klasifikacija	Opažena čestina
Izuzetno hladna	ispod -3r	4
vrlo hladna	-3r do -2r	15
hladna	-2r do - r	23
normalna	- r do + r	93
topla	r do 2r	31
vrlo topla	2r do 3r	11
izuzetno topla	preko 3r	3

Iz tabele (10c) vidi se da se mogu smatrati kao normalna pojava sve one srednje dnevne temperature prve dekade juna za ispitivani period koje se nalaze u intervalu $\bar{X} \pm r$, tj. u intervalu od 19,2 do 22,8°C. Sa takvom srednjom dnevnom temperaturom bilo je u Splitu 93 dana. Svi dani sa srednjom dnevnom temperaturom većom od 27,5°C mogu se smatrati za to doba godine kao izuzetno topli, odnosno svi dani koji su sa srednjom dnevnom temperaturom manjom od 14,5°C mogu se smatrati kao izuzetno hladni, itd.

Kao što se vidi, veličine koje proizilaze iz zakona normalne raspodele pružaju mogućnost da se da izvesno objašnjenje brojeva (karakteristiku) koje je veoma potrebno, posebno korisnicima meteoroloških rezultata, s obzirom da devijacije od aritmetičke srednje vrednosti u izvesnim slučajevima ne daju dovoljno obaveštenja.

10. OSNOVNI POJMOVI VEROVATNOĆE

Verovatnoća jednog dogadjaja je odnos broja povoljnih slučajevaprema broju svih podjednako mogućih slučajeva.

Ako broj povoljnih slučajeva označimo sa X, ukupan broj slučajeva sa N, a verovatnoću nastupanja dogadjaja sa p, odnos

$$\frac{X}{N} = p, \tag{28}$$

predstavlja verovatnoću dogadjaja. Ako u jednoj kutiji ima 5 kuglica, od kojih su tri bele boje i ako sve kuglice u kutiji imaju istovetne prečnike, težine, oblike, ugladjenost, a razlikuju se samo po boji, onda je verovatnoća da će se izvući iz kutije bela kuglica (bez gledanja sadržaja kutije) jednaka odnosu broja belih prema ukupnom broju kuglica u kutiji, tj. 3/5 = 0,6.

Kad se baci novčić uvis, verovatnoća da će pasti na stranu "pismo" jednaka je p = 1/2 jer postoje dve mogućnosti: da padne na stranu "pismo" kao povoljan slučaj, odnosno na stranu "glava" kao slučaj koji se neće desiti. Ovaj način odredjivanja verovatnoće zasniva se na rezonovanju da su svi načini koji mogu doći do izražaja jednako verovatni. Uslov je za oba primera, tj. kuglice i novčića, da su i kuglice i novčić idealno izgradjeni i da samo slučaj odlučuje na koju će stranu novčić pasti ili koje boje će biti izvučena kuglica.

Do zaključka o izvlačenju bele kuglice ili padanja novčića na stranu "pismo" odnosno "glava" dolazi se na osnovu eksperimenta. U jednom izvlačenju kuglice ili u dvadeset bacanja novčića taj odnos može da se ne potvrdi. Medjutim, ako se pokušaji ponavljaju više puta, u konačnom rezultatu javiće se približno takav odnos. Princip po kojem ponavljanja eksperimenta ili opita stvaraju takav odnos poznat je pod nazivom Zakon velikih brojeva. Ovako iznet pojam verovatnoće susreće se u mnogim problemima i primenjuje u mnogim naučnim disciplinama, a posebno u meteorologiji, gde se još mnogi vremenski procesi predvidjaju na verovatnoći ostvarenja. Na osnovu definicije verovatnoće mogu se odrediti odnosno definisati neka pravila i aksiomi verovatnoće:

- verovatnoća je uvek odnos - proporcija

- ekstremni slučajevi izraza verovatnoće su 0 i 1, gde nula označava neostvarenje dogadjaja, a 1 izvesnost ostvarenja.

Ovo pravilo može se napisati u obliku $0 \leq p \leq 1$, odakle proizilazi da je verovatnoća da će se dogadjaj desiti i da se neće desiti jednaka 1. Ako označimo sa p verovatnoću da će se dogadjaj desiti a sa q da se dogadjaj neće desiti onda je:

$$p + q = 1$$
$$p = 1 - q$$
$$q = 1 - p$$

Verovatnoća kao pojam mora se razmatrati kao problem odnosa totalne (ukupne) i složene verovatnoće. U tom smislu bitna su dva pravila koja se nazivaju: pravilo sabiranja i pravilo množenja. Ako su verovatnoće pojedinih dogadjaja p (A) i p (B) koji se medjusobno isključuju, što znači da se ne mogu desiti u isto vreme, verovatnoća da će se u jednom pokušaju desiti bilo koji od dogadjaja jednaka je sumi pojedinačnih verovatnoća.

$$p\ (A \text{ ili } B) = p(A) + p(B). \tag{29}$$

Primer: ako se pretpostavi da kutija sadrži različito obojene kuglice: bele, crvene, zelene i crne i da je odnos belih kuglica prema svim kuglicama 0,1, zelenih 0,2, crvenih 0,4 i crnih 0,3, verovatnoća da izvučena kuglica iz kutije neće biti crna ili verovatnoća da će izvučena kuglica biti bela ili crvena je 0,1 + 0,2 + 0,4 = 0,7, odnosno 0,1+0,4=0,5. Ako su p(A) i p(B) verovatnoće medjusobno nezavisnih dogadjaja, onda je verovatnoća da će se oni u pokušaju udruženo javiti jednaka proizvodu pojedinačnih verovatnoća.

$$p(A \text{ i } B) = p(A) \cdot p(B). \tag{30}$$

Primer: da se u dva bacanja kocke dobije oznaka 3 i 5 verovatnoća je $\frac{1}{6} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{36}$.

Primena ovih osnovnih pojmova verovatnoće upoznaće se detaljnije pri statističkoj obradi podataka meteoroloških elemenata i pojava.

II D E O

STATISTIČKA OBRADA METEOROLOŠKIH OSMATRANJA I MERENJA

11. OBRADA TEMPERATURE VAZDUHA

Poznavanje raspodele temperature na površini Zemlje i u njenoj atmosferi jedan je od najvažnijih zadataka meteorologije, a samim tim način i metod njene obrade vrlo je važan zadatak meteorološke statistike.

Horizontalna odnosno vertikalna raspodela temperature, statistički obradjena, tumači kako je zemlja primila i upotrebila onaj deo energije Sunčevog zračenja koji dolazi do nje, i zagrevajući njenu površinu uslovljava sva vremenska zbivanja i život na Zemlji.

Nejednaki sastav Zemljine površine (kopno, voda) kao i njen reljef, glavni su uzroci što Zemlja prima energiju Sunčevog zračenja vrlo neravnomerno, a samim tim je i horizontalna odnosno vertikalna raspodela temperature nepravilna, te se kao takva mnogo razlikuje od raspodele koju teoretski daje takozvana solarna klima. Činjenica je da raspodela toplotne energije u atmosferi uslovljava sve promene koje nastaju u atmosferskom pritisku, horizontalnom i vertikalnom strujanju vazduha i u raznim stanjima vodene pare. Na osnovu ove činjenice dolazi se do zaključka da rezultat ispitivanja i obrada raspodele temperature u horizontalnom i vertikalnom pravcu, kao i ispitivanje temperaturnih promena u raznim vremenskim hodovima (dnevnom, mesečnom, godišnjem) služe kao osnov za analizu i tumačenje svih vremenskih zbivanja. Osnovni podaci za uporedjivanje temperaturnih prilika u raznim oblastima Zemlje jesu srednje vrednosti temperature (aritmetičke srednje vrednosti), računate za razne vremenske intervale (dan, pentada, dekada, mesec, godina i višegodišnje - normalne).

U daljem izlaganju izložiće se način izračunavanja aritmetičkih srednjih vrednosti temperature raznih vremenskih intervala, od časovnih do godišnjih i normalnih.

11.1. Srednja dnevna temperatura vazduha

Srednja dnevna temperatura vazduha je izračunata vrednost

(aritmetička srednja vrednost) temperatura registrovanih ili merenih u toku 24 časa. Ako je temperatura vazduha registrovana autoregistrujućim instrumentom (termografom ili nekim drugim sličnim instrumentom), gde njena vrednost može da se očita sa dijagrama koji ima časovnu podelu (24 časa), srednja dnevna temperatura dobija se kada se algebarski saberu vrednosti temperature za sve časove i podele sa brojem sabiraka. Ovakva aritmetička srednja vrednost temperature predstavlja nam stvarnu srednju dnevnu temperaturu vazduha.

Na osnovu prethodne definicije, jednačina koja nam predstavlja formulu za dobijanje srednje dnevne temperature vazduha ima sledeći oblik:

$$\bar{t}' = \frac{1}{24} (t_1 + t_2 + t_3 + \ldots + t_{24}) . \qquad (31)$$

U jednačini (31) $\bar{t}'$ je srednja dnevna temperatura vazduha, a t_1, t_2, t_3 do t_{24} vrednosti temperature očitane sa dijagrama u 1, 2, 3 do 24 časa. U jednačini (31) uzete su vrednosti temperature očitane na kraju celih časova. Slično kao i u jednačini (31) mogu se uzeti vrednosti temperature očitane na početku celih časova, odnosno u 0, 1, 2, 3 ... i 23 časa. Iz ovako očitanih vrednosti temperature opet se dobija srednja dnevna temperatura koja se ni u kom slučaju ne razlikuje mnogo od srednje dnevne temperature dobijene formulom predstavljenom jednačinom (31).

Ova srednja dnevna temperatura obeležava se sa $\bar{t}''$ i predstavlja jednačinom (32) koja glasi:

$$\bar{t}'' = \frac{1}{24} (t_0, + t_1 + t_2 + \ldots + t_{23}) . \qquad (32)$$

Da bi se dobila što tačnija vrednost ili što približnija vrednost stvarnoj srednjoj dnevnoj temperaturi vazduha, uzima se aritmetička srednja vrednost jednačina 31 i 32, odnosno:

$$\bar{t} = \frac{\bar{t}' + \bar{t}''}{2} . \qquad (33)$$

Smenom vrednosti iz jednačine 31 i 32 u jednačini 33 dobija se jednačina (33a) za izračunavanje najtačnije srednje dnevne temperature vazduha ($\bar{t}$) u toku jednog dana, koja glasi:

$$\bar{t} = \frac{1}{24} (\frac{t_0}{2} + t_1 + t_2 + t_3 + \ldots t_{23} + \frac{t_{24}}{2}) . \qquad (33a)$$

U praksi, pri računanju srednje dnevne temperature iz časovnih vrednosti, može poslužiti bilo koja od ovih formula (31, 32 i 33a), jer se krajnji rezultat ne razlikuje toliko da bi imao nekog posebnog značaja za interpretaciju srednje dnevne temperature. Razlike srednjih dnevnih temperatura računatih na sva tri načina mogu se uporediti na osnovu vrednosti datih Tabelom 11.

Primenom formula predstavljenih jednačinama (31, 32 i 33a)

Tabela 11. - Časovne temperature 7. februara u Beogradu za period od 1954. do 1958. godine

Časovi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
pre podne	1,5	1,1	0,8	0,4	0,2	0,1	-0,2	-0,5	-0,3	0,8	1,8	2,5	2,9
po podne		3,2	3,2	3,0	2,5	2,0	1,4	0,1	-0,6	-1,2	-1,4	-1,6	-1,6

dobijaju se sledeće vrednosti srednjih dnevnih temperatura:

jednačinom 31:

$$\bar{t}' = \frac{1}{24}\left[1{,}1 + 0{,}8 + 0{,}4 + \ldots + (-1{,}6)\right],$$

$$\bar{t}' = \frac{18{,}6}{24}\ ; \qquad \bar{t}' = 0{,}77^{o}C\ ;$$

jednačinom 32:

$$\bar{t}'' = \frac{1}{24}\left[1{,}5 + 1{,}1 + 0{,}8 + \ldots + (-1{,}6)\right],$$

$$\bar{t}'' = \frac{21{,}7}{24}\ ; \quad \bar{t}'' = 0{,}90^{o}C\ ;$$

jednačinom 33a:

$$\bar{t} = \frac{1}{24}\left[\frac{1{,}5}{2} + 1{,}1 + 0{,}8 + \ldots + \left(-\frac{1{,}6}{2}\right)\right],$$

$$\bar{t} = \frac{20{,}2}{24}\ ; \qquad \bar{t} = 0{,}84^{o}C$$

Na osnovu dobijenih rezultata, ukoliko se uzima srednja dnevna temperatura na dve decimale, vidi se da su razlike od najtačnije vrednosti (33a) $-0{,}07^{o}C$, odnosno $0{,}06^{o}C$.

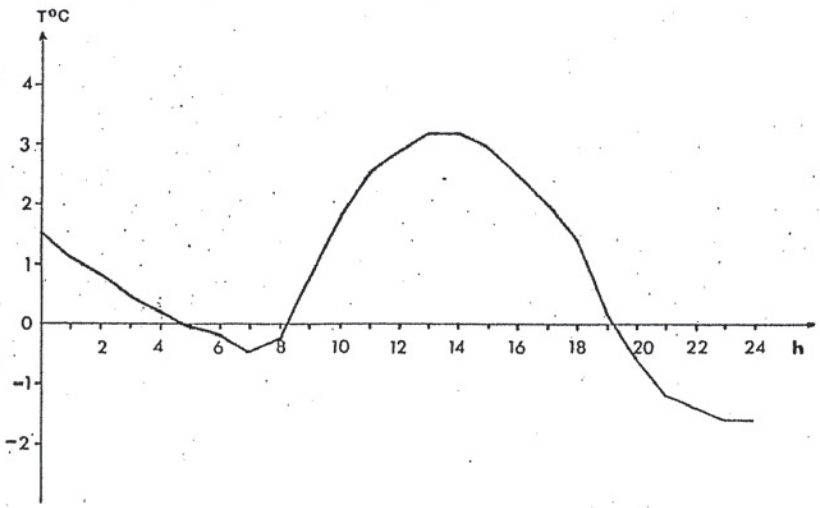
S obzirom da se ne praktikuje uzimanje srednjih vrednosti temperature na dve decimale, osim za specijalna proučavanja, te razlike iznose $-0{,}1^{o}C$ i $0{,}1^{o}C$.

Razlika izmedju vrednosti dobijenih jednačinama 31 i 32 nešto je veća i iznosi:

$$(\bar{t}' - \bar{t}'') = -0,13^{o}C, \text{ odnosno } -0,1^{o}C .$$

Da bi se dobio bolji pregled kretanja dnevnog toka temperature, a isto tako i ostalih (mesečnog, godišnjeg i višegodišnjeg), uobičajeno je da se grafički prikažu. Namena, odnosno potreba grafičkog prikazivanja objašnjena je Paragrafom 6.7.

U tom smislu biće dat i grafički prikaz dnevne temperature vazduha na osnovu časovnih vrednosti temperature (sl. 17). Grafički prikazi temperature vazduha najčešće se crtaju u koordinatnom sistemu, i to se na apscisu nanosi vreme, a na ordinatu vrednosti temperature.



Slika 17. - Grafički prikaz dnevnog toka temperature u Beogradu za 7.februar od 1954.do 1958. godine na osnovu podataka iz Tabele 11

Najbolji uvid u horizontalnu odnosno vertikalnu raspodelu temperature u atmosferi stekao bi se kad bi mogao da se postavi veliki broj autoregistrujućih instrumenata za temperaturu vazduha po horizontali i vertikali.

Obrada takvih podataka i računanje takvih intervalnih (dnevnih, mesečnih, godišnjih i višegodišnjih) srednjih vrednosti temperature vazduha dali bi u svakom slučaju mnogo tačniji uvid u prostornu raspodelu temperature, nego obrada podataka i računanje srednjih vrednosti iz pojedinih odredjenih časova u toku dana. S obzirom da beleženje temperature autoregistrujućim instrumentima nije moguće obezbediti (bar za sada) na svakoj meteorološkojstanici, a takodje i potrebe meteoroloških vidova zahtevaju uzimanje

nekoliko uzoraka u toku dana (analiza i prognoza vremena, klimatologija) vrše se redovna merenja (u pogodno odabranim dnevnim terminima) koja se sastoje u čitanju stanja termometra. Svi meteorološki elementi sem isparavanja i padavina za potrebe klimatološkog vida meteorološke delatnosti osmatraju se odnosno mere tri puta dnevno: ujutru, posle podne i uveče. U našoj zemlji su uobičajeni termini 7, 14 i 21 čas po lokalnom (mesnom) vremenu. Upotreba ovih termina zasnovana je, za kontinuirane meteorološke elemente, na njihovom dnevnom hodu odnosno toku elementa. Tako je prvi termin (7 časova) u proseku blizak vremenu najniže temperature, drugi (14 časova) - vremenu najviše temperature i treći (21 čas) - srednjoj dnevnoj temperaturi.

Srednja dnevna temperatura, na osnovu vrednosti temperature očitane u 7, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu, dobija se pomoću jednačine (34), tj.

$$\bar{t} = \frac{t_7 + t_{14} + t_{21}}{3}, \qquad (34)$$

ili pomoću jednačine (35), koja je u upotrebi kod nas i kojom dobijamo najbližu vrednost stvarne srednje dnevne temperature:

$$\bar{t} = \frac{t_7 + t_{14} + 2.t_{21}}{4}. \qquad (35)$$

U jednačinama (34 i 35) simboli t_7, t_{14} i t_{21} označavaju temperature vazduha očitane u 7, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu, a $\bar{t}$ je izračunata srednja dnevna temperatura.

Ako meteorološka stanica ne poseduje psihrometar, odnosno obični termometar za merenje temperature vazduha, već samo maksimalni i minimalni termometar, na osnovu temperatura izmerenih pomoću ta dva termometra (maksimalne i minimalne za 24 časa) srednju dnevnu temperaturu ($\bar{t}$) dobijamo pomoću jednačine (36):

$$\bar{t} = \frac{t\ max + t\ min}{2}, \qquad (36)$$

gde tmax i t min predstavlja maksimalnu odnosno minimalnu temperaturu. Ovaj način odredjivanja srednje dnevne temperature daje približnu vrednost iste. Na osnovu vrednosti temperature izmerene termometrom u 7, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu 4. januara 1961. godine na Meteorološkoj stanici Kaštel Stari, i ekstremnih vrednosti temperature izmerenih istog dana, primenom jednačina 34, 35 i 36, srednje dnevne vrednosti temperature su sledeće:

Izmerene vrednosti:

7	14	21 čas
13,3°C	12,4°C	6,8°C

t max 14,0°C - vrednost očitana u 21 čas
t min 6,0°C " " 7 časova

$$\frac{13,3 + 12,4 + 6,8}{3} = 10,8^{o}C$$ - po jednačini 34,

$$\frac{13,3 + 12,4 + 2.6,8}{4} = 9,8^{o}C$$ - po jednačini 35,

$$\frac{14,0 + 6,0}{2} = 10,0^{o}C$$ - po jednačini 36.

Iz navedenog primera vidi se da postoje razlike u srednjoj dnevnoj temperaturi izračunatoj pomoću navedenih formula. S obzirom da je za naše širine najpogodnija jednačina (35), odstupanja od dnevne sredine dobijena tom formulom (9,8°C) iznose +1,0°C, odnosno +0,2°C. Slična razlika za srednju dnevnu temperaturu dobija se i pomoću vrednosti izmerenih 14. februara 1961. godine na Meteorološkoj stanici u Vinkovcima. Izmerene temperature, po lokalnom vremenu, toga dana bile su:

7	14	21 čas
4,7°C	9,8°C	2,8°C

t max 10,0°C
t min 1,0°C

Primenom jednačina 34, 35 i 36 dobijaju se sledeće vrednosti za srednju dnevnu temperaturu: 5,8°C, 5,0°C i 5,5°C

$$\frac{4,7 + 9,8 + 2,8}{3} = 5,8^{o}C$$ - po jednačini 34,

$$\frac{4,7 + 9,8 + 2.2,8}{4} = 5,0^{o}C$$ - po jednačini 35,

$$\frac{10,0 + 1,0}{2} = 5,5^{o}C$$ - po jednačini 36.

Navedeni primeri ne daju mogućnost da se izvede opšti zaključak o veličini odstupanja od vrednosti koje se dobijaju jednačinom 35, jer odstupanja mogu biti manja i veća od navedenih, što zavisi pretežno od dnevnog hoda temperature.

11.2. Srednja mesečna temperatura vazduha

Promene u godišnjem hodu temperature mogu se najkraće izraziti, odnosno najrealnije predstaviti srednjim mesečnim temperaturama.

Srednja mesečna temperatura dobija se kad se sve srednje dnevne temperature u jednom mesecu saberu (algebarski), a zbir podeli sa brojem dana u tom mesecu, odnosno, brojem sabiraka. Na osnovu prethodne definicije formula za dobijanje srednje mesečne temperature meseca koji imaju 31 dan data je jednačinom (37),

$$\bar{t}_m = \frac{1}{31} (\bar{t}_1 + \bar{t}_2 + \bar{t}_3 + \ldots + \bar{t}_{31}) \quad , \tag{37}$$

gde $\bar{t}_m$ predstavlja srednju mesečnu temperaturu, a $\bar{t}_1$, $\bar{t}_2$, $\bar{t}_3$ .... i $\bar{t}_{31}$, srednje dnevne temperature za prvi, drugi, treći i trideset i prvi dan u mesecu. Isti oblik ima i jednačina za dobijanje srednje mesečne temperature za mesece od 30 dana, s tim što je u imenitelju 30, odnosno zbir se deli sa 30 sabiraka.

Sve ovo važi i za mesec februar, s tom razlikom što se onda zbir deli sa 28, odnosno 29, zavisno od broja dana u mesecu februaru. Nešto tačnija vrednost za srednju mesečnu temperaturu od vrednosti dobijene jednačinom 37 dobija se jednačinom 38,

$$\bar{t}_m = \frac{S_7 + S_{14} + 2 \cdot S_{21}}{4 \cdot N} \quad , \tag{38}$$

gde S_7, S_{14} i S_{21} predstavljaju algebarske zbirove temperature za ceo mesec u 7, 14 i 21 čas, a N broj podataka u tom mesecu (28, 29, 30 i 31).

Prednost formule 38 nad formulom predstavljenom jednačinom 37 za dobijanje srednje mesečne temperature vazduha sastoji se u tome što se računanjem srednje mesečne temperature po formuli predstavljenoj jednačinom 38 izbegava zaokruživanje vrednosti za srednju dnevnu temperaturu, dok ona figurišu u formuli predstavljenoj jednačinom 37. Ukoliko se radi sa više preciznosti, tj. uzimanjem u obzir druge, odnosno treće decimale pri računanju srednjih dnevnih temperatura, može se dobiti ista vrednost za srednju mesečnu temperaturu primenom obe formule (Tabela 12).

11.3. Srednja godišnja temperatura vazduha

Najrealnija predstava o toplotnom stanju u nekom mestu dobija se izračunavanjem srednje godišnje temperature bez obzira što ista nije

postojana (menja se od godine do godine).

Tabela 12.-Temperature januara 1959.godine izmerene u 7, 14 i 21 čas na Meteorološkoj stanici Zagreb-Grič

Datum \ Čas merenja	7	14	21	Srednja dnevna temperatura
1.	10,1	10,1	7,1	8,6
2.	4,8	6,1	5,2	5,3
3.	5,0	1,0	1,9	2,4
4.	0,7	3,4	0,2	1,1
5.	-0,2	1,3	2,7	1,6
6.	-3,1	1,0	5,4	2,2
7.	6,0	8,5	6,8	7,0
8.	5,0	7,7	1,2	3,8
9.	0,8	1,6	-0,3	0,4
10.	-4,9	-1,9	-3,6	-3,5
11.	-7,7	-3,3	-5,3	-5,4
12.	-4,5	-0,7	-1,7	-2,2
13.	-1,9	0,4	-2,7	-1,7
14.	-2,6	0,7	1,1	0,1
15.	2,1	3,6	1,3	2,1
16.	0,1	-3,0	-1,5	-1,5
17.	-3,2	0,2	-3,0	-2,2
18.	-9,4	-1,4	-3,8	-4,6
19.	-6,6	-1,0	-3,4	-3,6
20.	3,8	7,9	-6,1	6,0
21.	6,4	12,4	8,3	8,8
22.	8,4	12,1	9,2	9,7
23.	10,0	11,6	10,8	10,8
24.	7,2	12,4	4,6	7,2
25.	1,4	6,0	3,1	3,4
26.	0,8	4,9	3,8	3,3
27.	2,8	0,5	-0,1	0,8
28.	2,5	3,3	2,0	2,4
29.	-0,2	4,2	1,8	1,9
30.	1,1	4,1	0,6	1,6
31.	-1,8	-3,0	1,4	1,0

Srednja godišnja temperatura dobija se kada se algebarski sabere srednja mesečna temperatúra i zbir podeli brojem meseci odnosno sa 12.

$$\bar{t}_g = \frac{1}{12} \left(\bar{t}_{mI} + \bar{t}_{mII} + \bar{t}_{mIII} + \dots \bar{t}_{mXII} \right) . \qquad (39)$$

U formuli 39, $\bar{t}_g$ je srednja godišnja temperatura, a $\bar{t}_{mI}$, $\bar{t}_{mII}$, $\bar{t}_{mIII}$ i $\bar{t}_{mXII}$ srednja mesečna temperatura januara, februara, marta i decembra. Analogno jednačini 37 za računanje srednje mesečne temperature, možemo i za srednju godišnju temepraturu izvesti formulu predstavljenu jednačinom:

$$\bar{t}_g = \frac{1}{365} \left(\bar{t}_1 + \bar{t}_2 + \bar{t}_3 \dots + \bar{t}_{365} \text{ ili } \bar{t}_{366} \right), \qquad (40)$$

gde su takodje, kao i u jednačini 37, $\bar{t}_1$, $\bar{t}_2$, $\bar{t}_3$ i $\bar{t}_{365}$ ili $\bar{t}_{366}$ srednje dnevne temperature za prvi, drugi, treći, trista šezdeset peti, odnosno trista šezdeset šesti (za prestupnu godinu) dan u godini.

Najtačnija vrednost za srednju godišnju temperaturu dobija se ako se algebarski saberu sve terminske vrednosti (7, 14 i 21 čas) temperature i zbir podeli brojem sabiraka, tj.:

$$\bar{t}_g = \frac{S_7 + S_{14} + 2 \cdot S_{21}}{4 \cdot N} = \frac{S_7 + S_{14} + 2 \cdot S_{21}}{4 \cdot 365}, \qquad (41)$$

gde je N broj podataka za godinu (365 u običnoj ili 366 u prestupnoj godini).

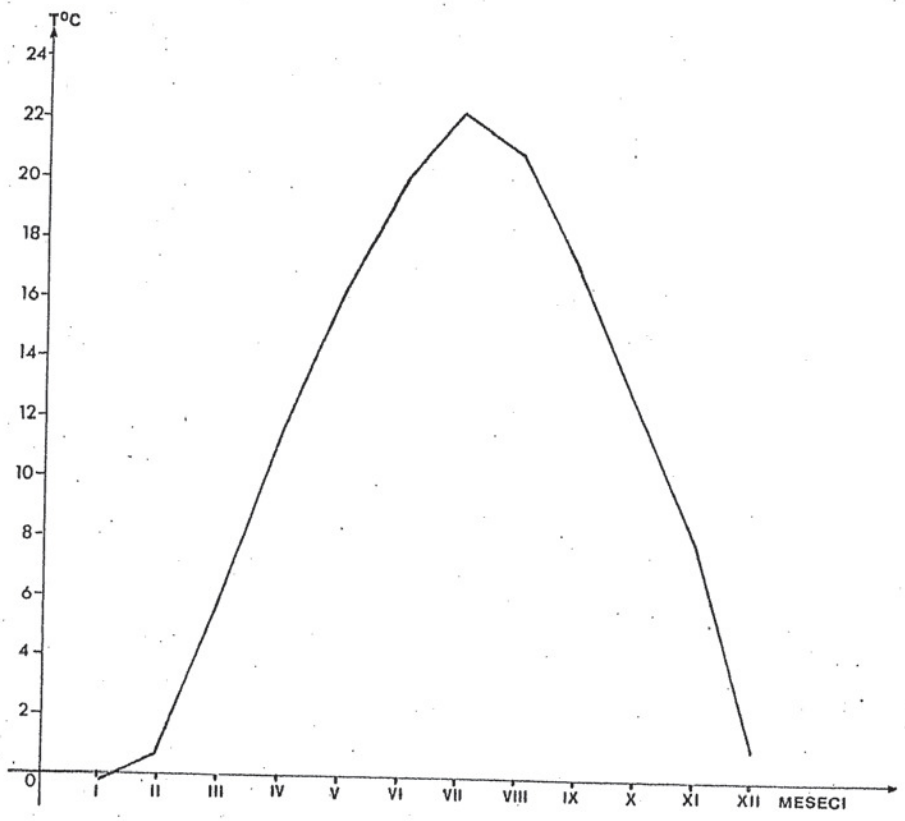
Tabela 13. - Srednje mesečne temperature u Kragujevcu za period od 1925. do 1940. godine

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-0,2	0,7	5,8	11,5	16,3	20,1	22,4	21,0	17,3	12,4	8,0	1,2

Srednja godišnja temperatura u Kragujevcu za period od 1925. do 1940. godine dobijena je primenom jednačine (39) i ona iznosi 11,4°C.

11.4. Normalna temperatura vazduha

Za izračunavanje normalne temperature vazduha mora se, za bilo koju kalendarsku jedinicu (dan, pentadu, dekadu, mesec i godinu) imati na raspolaganju kontinuirani (neprekidni) niz merenja temperature od najmanje 30 godina.



Slika 18.- Grafički prikaz godišnjeg toka temperature vazduha za Kragujevac na osnovu podataka iz Tabele 13

Aritmetička srednja vrednost takvoga niza merenja za odredjenu vremensku jedinicu (dan, pentadu, dekadu, mesec i godinu) daje normalnu dnevnu, pentadnu, dekadnu, mesečnu i godišnju temperaturu. Pri računanju normalne temperature za navedene vremenske jedinice za neko mesto obavezno se podrazumeva da meteorološka stanica u tom mestu za taj period vremena nije menjala svoju lokaciju (mesto), niti je pak bitno izmenjena neposredna blizina kruga meteorološke stanice. Normalne mesečne temperature za Sarajevo prikazane su Tabelom 14, a izračunate su za period od 70-godina (1892-1961. godina). U ovoj tabeli normalna temperatura meseca marta izračunata je kada se 70 srednjih mesečnih temperatura tog meseca algebarski sabralo i zbir podelio brojem sabiraka, odnosno sa 70. Isto tako su izračunate normalne mesečne temperature i za ostale mesece u Tabeli 14.

Tabela 14.- Normalne mesečne temperature u Sarajevu za period od 1892. do 1961. godine

Mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Normalna tempera - tura	-1,6	0,3	5,0	9,5	13,8	16,9	19,1	18,8	15,3	10,4	5,3	1,0

Iz Tabele 14 se vidi da su u Sarajevu najviša i najniža normalna srednja mesečna temperatura u julu (19,1°C) i januaru (-1,6°C).

Godišnje kolebanje temperature (razlika izmedju srednje mesečne najviše i srednje mesečne najniže temperature) iznosi 20,7°C. Ovo kolebanje se može nazvati normalno godišnje kolebanje temperature za Sarajevo.

Normalna godišnja temperatura za Sarajevo izračunata je na osnovu srednjih godišnjih temperatura za period od 1892. do 1961. godine, prikazanih Tabelom 15, i ona iznosi 9,5°C.

Ova normalna godišnja temperatura za Sarajevo dobijena je deljenjem zbira srednjih godišnjih temperatura (iz Tabele 15) sa brojem sabiraka, odnosno, sa 70.

Iz Tabele 15 se vidi da najveća srednja godišnja temperatura u Sarajevu, za navedeni period, iznosi 11,4°C, a izračunata je za 1950. godinu. Najmanja srednja godišnja temperatura iznosi 7,8°C, a izračunata je za 1893. godinu.

Tabela 15.- Srednje godišnje temperature vazduha u Sarajevu za period od 1892. do 1961. godine

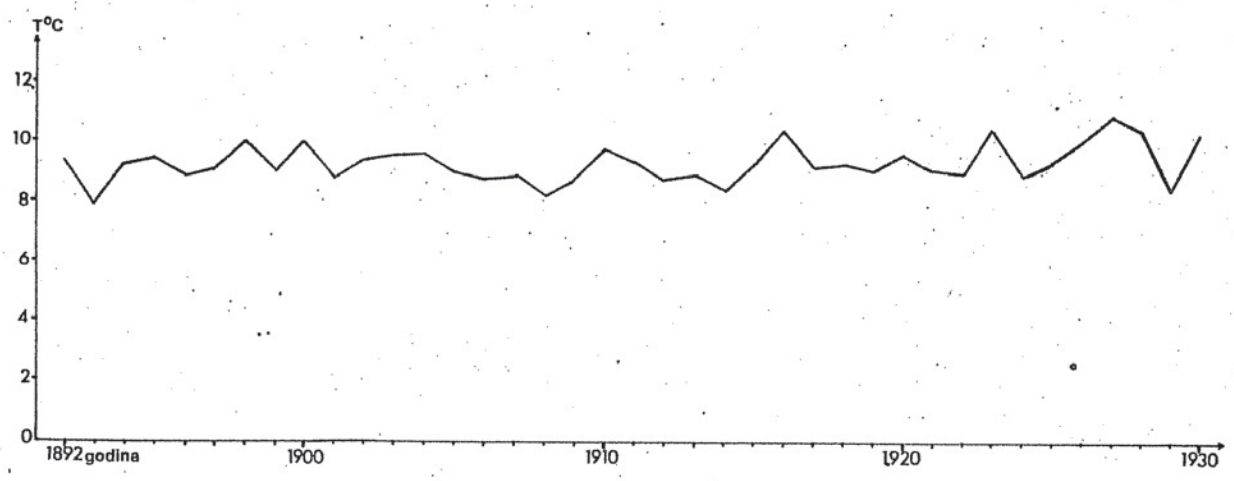
Godina	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1890.	-	-	9,3	7,8	9,2	9,4	8,8	9,0	10,0	9,0
1900.	10,0	8,8	9,4	9,6	9,6	9,0	8,8	8,9	8,2	8,7
1910.	9,8	9,4	8,8	8,9	8,4	9,3	10,4	9,2	9,3	9,1
1920.	9,7	9,2	9,0	10,5	8,9	9,4	10,1	10,9	10,5	8,4
1930.	10,3	9,6	9,1	8,6	10,6	9,6	9,9	10,4	8,8	9,7
1940.	8,0	9,0	9,0	10,2	9,2	9,9	10,8	10,2	9,8	9,5
1950.	11,4	11,2	10,5	9,7	9,0	9,6	8,5	9,8	10,2	9,4
1960.	10,3	10,4								

Odstupanje najveće srednje godišnje temperature (11,4°C) od normalne godišnje temperature (9,5°C) iznosi 1,9°C, a odstupanje najmanje srednje godišnje temperature (7,8°C) od normalne godišnje temperature iznosi -1,7°C.

Na osnovu ove analize može se zaključiti da odstupanja najveće i najmanje vrednosti godišnje temperature (ekscesivne vrednosti) od normalne godišnje temperature imaju skoro iste apsolutne vrednosti (razlika za 0,2°C) koje nisu velike. Ovaj zaključak nameće činjenicu da su srednje godišnje temperature u Sarajevu prilično ujednačene, tj. da se temperatura ne menja mnogo od godine do godine.

11.5. Ekstremne temperature vazduha

Sa pojmom dnevnih ekstremnih temperatura vazduha (najviše i najmanje temperature u toku 24 časa) upoznali smo se u paragrafu 11.1, a ovde će se izneti način dobijanja i obrade ekstremnih temperatura za ostale kalendarske jedinice odnosno vremenske periode.



Slika 19.- Grafički prikaz srednjih godišnjih temperatura u Sarajevu za period od 1892. do 1930. godine (po podacima iz Tabele 15).

11.5.1. Srednje mesečne maksimalne i minimalne temperature vazduha

Srednje mesečne maksimalne i minimalne temperature vazduha se dobijaju kada se algebarski saberu sve dnevne maksimalne (najviše) odnosno minimalne (najniže) temperature u toku meseca, i taj zbir podeli brojem sabiraka.

Po podacima u Tabeli 16, tj. na osnovu dnevnih maksimalnih i minimalnih temperatura izračunata je srednja maksimalna (31,5°C) i srednja minimalna (20,4°C) temperatura meseca jula 1959. godine u Titogradu.

Apsolutni mesečni maksimum (najviša temperatura izmerena je u julu mesecu 1959. godine) iznosi 34,9°C i zabeležena je 30.jula, a apsolutni mesečni minimum (najniža temperatura izmerena u julu mesecu 1959. godine) iznosi 16,4°C i zabeležena je 1. jula.

Apsolutno mesečno kolebanje temperature jula 1959. godine u Titogradu iznosi 18,5°C. Ovo apsolutno mesečno kolebanje temperature dobija se kao razlika izmedju apsolutnog mesečnog maksimuma i apsolutnog mesečnog minimuma temperature jula (34,9°C - 16,4°C).

Tabela 16. - Maksimalne i minimalne dnevne temperature vazduha jula 1959. godine u Titogradu

Datum	Max.	Min.	Datum	Max.	Min.
1.	24,2	16,4	16.	31,6	21,8
2.	24,4	17,0	17.	31,8	20,4
3.	26,4	19,3	18.	32,4	22,4
4.	28,4	21,0	19.	31,4	20,6
5.	28,6	20,3	20.	32,6	21,6
6.	29,2	21,2	21.	33,7	22,9
7.	30,8	20,8	22.	33,6	18,0
8.	30,8	19,5	23.	32,2	18,7
9.	30,8	20,8	24.	33,6	22,7
10.	32,2	19,2	25.	33,5	21,4
11.	33,1	17,8	26.	33,4	20,1
12.	33,2	20,7	27.	33,8	20,2
13.	31,0	17,6	28.	33,9	24,0
14.	31,0	21,1	29.	34.6	22,9
15.	32,0	20,7	30.	34,9	21,9
			31.	32,2	20,3
			$\bar{t}mak = 31,5^{o}C$	$\bar{t}min = 20,4^{o}C$	

11.5.2. Srednje godišnje maksimalne i minimalne temperature vazduha

Ove temperature vazduha dobijaju se kada se saberu sve srednje mesečne maksimalne odnosno minimalne temperature i zbir podeli sa 12.

Algebarskim zbirom srednjih mesečnih maksimalnih i minimalnih temperatura i deljenjem sa 12 dobija se srednja godišnja maksimalna odnosno minimalna temperatura u Mariboru za period od 1925.do 1940. godine, koja iznosi $14,5^{o}C$, odnosno $5,2^{o}C$.

Tabela 17. - Srednje mesečne maksimalne i minimalne temperature vazduha U Mariboru za period od 1925. do 1940. godine

Mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Max	2,2	5,0	9,9	15,1	19,7	23,8	26,0	24,6	20,6	15,0	9,2	2,6	14,5
Min	-4,6	-3,8	0,3	4,6	9,1	12,4	14,2	14,1	10,6	6,0	2,6	-3,3	5,2
Kolebanje	6,8	8,8	9,6	10,5	10,6	11,4	11,8	10,5	10,0	9,0	6,6	5,9	9,3

U trećem redu Tabele 17 izračunata su srednja mesečna kolebanja srednjih mesečnih maksimalnih i minimalnih temperatura i srednje

godišnje kolebanje, dobijeno kao razlika srednje godišnje maksimalne i srednje godišnje minimalne temperature. Ono iznosi 9,3°C.

11.5.3. Srednje apsolutne mesečne i godišnje maksimalne i minimalne temperature vazduha

Srednje vrednosti ovih temperatura se izračunavaju iz normalnih nizova. Pod normalnim nizom podrazumeva se kontinuirano (neprekidno i u istim terminima) merenje temperature vazduha 30 i više godina. Realnost ovih srednjih vrednosti najviše je vezana za dužinu niza, tj. što je niz merenja temperature duži od 30 godina srednja vrednost je pouzdanija za interpretaciju odnosno analizu režima temperature u sklopu sa drugim parametrima temperature. Srednje apsolutne maksimalne i minimalne temperature vazduha za neki mesec dobijaju se kada se algebarski saberu mesečne apsolutne maksimalne odnosno minimalne temperature istog meseca za ceo period i zbir podeli brojem godina.

Srednje apsolutne godišnje maksimalne i minimalne temperature vazduha dobijaju se kada se za svaku godinu saberu apsolutne godišnje maksimalne odnosno minimalne temperature, bez obzira kom mesecu pripadaju, pa se algebarski zbir podeli brojem godina.

U pretposlednjem i poslednjem redu Tabele 18 date su izračunate mesečne sume i srednje vrednosti apsolutnih mesečnih maksimuma temperature, kao i srednja apsolutna godišnja temperatura celog perioda (34,4°C).

Apsolutne maksimalne i minimalne temperature vazduha odredjuju se za mesec, godinu i za jedan duži niz godina. U svakom mesecu svake godine postoji jedan apsolutni maksimum odnosno apsolutni minimum temperature (u Tabeli 18 za svaki mesec dat je apsolutni maksimum temperature), a takodje i svaka godina ima jednu maksimalnu odnosno minimalnu temperaturu, kao na primer u Tabeli 18-1928. godine izmerena je u julu temperatura od 39,0°C i ona je apsolutni maksimum za tu godinu.

Ako se posmatra svaki mesec pojedinačno u Tabeli 18 za ceo period (1921-1955. godine), vidi se da postoji jedna najviša temperatura za taj mesec, kao na primer, u martu 1926. godine 22,4°C, ili u julu 1928. i 1945. godine 39,0°C. Takve vrednosti temperature nazivaju se apsolutnim maksimumima temperature za mart, odnosno jul mesec u periodu od 1921. do 1955. godine za Crikvenicu. Najveća vrednost temperature od svih maksimalnih temperatura zabeleženih u tom periodu u Tabeli 18 je 39,0°C. Ona se naziva apsolutnim maksimumom temperature za ceo period. Na isti način odredjuju se apsolutne mesečne odnosno godišnje minimalne temperature vazduha.

Tabela 18. - Apsolutni mesečni i godišnji maksimum temperature u Crikvenici za period od 1921. do 1955. godine

Mes. / God.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Max
1921.	14,0	14,3	21,8	23,2	28,2	33,0	37,0	34,0	27,8	26,1	18,3	14,4	37,0
1922.	12,2	17,4	19,4	19,1	30,4	30,0	31,2	33,0	24,2	21,0	17,0	14,0	33,0
1923.	15,2	14,0	19,2	21,0	29,0	29,3	32,2	33,4	27,4	24,0	24,0	14,8	33,4
1924.	14,0	12,8	18,6	21,2	28,8	28,0	31,0	29,0	27,2	21,8	19,0	17,7	31,0
1925.	14,7	17,7	17,3	22,0	29,2	31,5	32,0	31,0	27,6	26,0	19,1	16,7	32,0
1926.	13,2	16,8	22,4	28,6	25,6	27,3	30,4	30,5	32,2	23,4	21,2	14,7	32,2
1927.	14,0	13,4	11,7	23,0	26,7	31,6	33,4	34,7	29,7	25,0	22,4	15,8	34,7
1928.	13,6	15,0	17,3	22,3	24,0	31,0	39,0	35,6	32,0	23,0	18,8	15,0	39,0
1929.	10,2	9,6	18,8	20,0	30,6	31,6	34,0	34,2	35,0	24,2	19,8	15,7	35,0
1930.	15,1	12,8	21,0	25,5	27,0	33,0	32,8	32,6	28,0	23,5	19,6	17,0	33,0
1931.	15,5	18,0	19,1	21,0	30,0	34,7	34,5	35,2	28,2	24,3	18,5	15,5	35,2
1932.	16,6	12,5	15,6	19,6	28,5	28,0	31,4	37,0	31,6	27,0	20,6	17,4	37,0
1933.	12,4	15,0	19,7	20,6	25,0	26,6	33,6	35,4	26,4	24,7	20,5	12,4	35,4
1934.	11,6	15,0	19,7	25,6	30,4	30,3	32,3	31,6	28,0	25,0	22,6	16,7	32,3
1935.	12,7	15,0	18,0	20,2	24,7	33,6	32,0	31,9	31,0	24,6	19,7	16,6	33,6
1936.	16,0	16,4	18,3	24,2	27,9	32,6	33,4	32,3	28,0	19,0	17,0	14,9	33,4
1937.	12,8	15,7	19,0	19,3	31,0	33,2	31,4	32,0	29,4	22,7	20,0	17,0	33,2
1938.	12,5	16,0	20,0	20,0	23,4	34,0	35,7	34,2	28,2	25,7	20,0	15,3	35,7
1939.	16,3	17,4	14,7	26,0	23,0	31,0	35,0	32,8	31,0	23,6	20,0	15,1	35,0
1940.	11,2	12,9	19,5	23,0	27,2	30,2	30,3	31,2	28,4	23,7	19,2	13,0	31,2
1941.	14,0	13,6	16,5	21,0	25,0	32,0	31,8	30,1	26,0	27,0	19,0	13,0	32,0
1942.	12,4	15,0	17,8	20,6	27,7	30,3	32,7	33,7	34,3	29,2	21,1	15,4	34,3
1943.	11,7	17,3	18,8	23,6	31,0	31,6	34,7	37,0	33,0	28,0	20,0	17,5	37,0
1944.	13,0	12,8	12,7	25,3	26,0	28,0	31,6	34,0	31,0	21,0	17,0	15,0	34,0
1945.	10,0	13,2	19,0	26,0	35,0	37,0	39,0	35,5	35,1	25,0	24,4	17,0	39,0
1946.	11,5	15,6	22,0	28,3	26,4	34,2	35,6	36,2	34,0	28,4	18,4	15,0	36,2
1947.	13,4	12,8	19,4	26,5	31,4	34,5	35,7	37,4	34,2	27,6	20,6	19,0	37,4
1948.	15,6	18,0	22,3	27,2	29,5	31,0	32,6	34,0	30,8	26,0	22,0	19,5	34,0
1949.	18,4	19,0	20,4	25,6	27,4	29,0	33,0	35,5	33,6	26,5	19,0	16,4	35,5
1950.	13,0	18,6	21,2	24,8	29,6	32,0	36,7	34,0	31,7	25,4	19,0	16,4	36,7
1951.	14,7	18,5	17,5	23,0	27,5	30,5	31,5	32,6	33,8	25,0	21,2	15,4	33,8
1952.	14,4	15,0	19,4	29,4	28,0	33,0	37,2	34,5	31,2	24,4	17,5	14,6	37,2
1953.	14,2	18,0	20,3	23,0	33,0	29,5	34,0	33,2	28,8	26,8	19,7	16,6	34,0
1954.	13,0	13,2	18,8	20,4	27,5	30,1	30,6	30,6	29,6	23,7	18,4	17,0	30,6
1955.	13,8	15,0	16,8	26,5	23,2	29,6	31,0	30,2	29,7	21,8	18,1	15,1	31,0
Σ	476,9	533,3	662,0	816,6	978,8	1092,8	1170,3	1170,1	1058,1	864,1	693,7	551,6	1205,0
$\bar{t}_{max}$	13,6	15,2	18,9	23,3	28,0	31,2	33,4	33,4	30,2	24,7	19,8	15,8	34,4

11.6. Odredjivanje početka, svršetka i trajanje perioda srednjeg datuma odredjenih srednjih dnevnih temperatura

Osim uticaja na sve delatnosti čoveka, zbog čega joj se kao i padavinama pridaje posebna važnost, temperatura vazduha ima izuzetan značaj za perivredu, a pogotovu na poljoprivredu. Višegodišnji podaci kontinuiranog merenja temperature dragocena su podloga pri raznim planiranjima u poljoprivredi, rejoniranju i izboru biljnih vrsta i sorti, pri uvodjenju novih poljoprivrednih kultura u pojedinim oblastima itd.

Dužina trajanja perioda odredjenih vrednosti temperature, kao na primer srednje dnevne temperature veće ili jednake od $0^{o}C$, $5^{o}C$, $10^{o}C$ i

$15^{o}C$ sa gledišta toplote može se često uporediti sa odredjenom potencijalnom dužinom trajanja vegetacionog perioda pojedinih kultura. Za srednji datum početka i svršetka tih temperatura vezano je vegetiranje pojedinih kultura, kao na primer žitarica (ozime) na $5^{o}C$, kukuruza na $10^{o}C$ i pamuka na $15^{o}C$. Najvažnije odredjivanje početka, svršetka i trajanja perioda, sa poljoprivredne tačke gledišta, od napred navedenih temperatura jeste srednja dnevna temperatura veća ili jednaka $5^{o}C$. Za veliki broj biljnih vrsta ova temperatura predstavlja biološku nulu, tj. vrednost na kojoj one počinju i završavaju svoj vegetacioni period.

Svakako da je za proučavanje klimatskih karakteristika neke oblasti neophodno znati i srednji period trajanja ovih karakterističnih srednjih dnevnih temperatura.

Za odredjivanje srednjeg datuma početka, svršetka i trajanja perioda ovih karakterističnih ili graničnih temperatura koristi se grafička ili računska metoda. Da bi se pomoću grafičke metode mogao odrediti početak i svršetak pojedinih temperatura, potreban je grafički prikaz godišnjeg toka temperature u onom mestu za koje se odredjuje karakteristična temperatura, odnosno početak i svršetak te temperature.

Taj grafički prikaz godišnjeg toka temperature treba da je nacrtan na milimetarskoj hartiji.

Na ordinatu se nanose vrednosti temperature iz godišnjeg toka, a na apscisu meseci. Meseci se nanose tako da se srednja temperatura januara i februara ucrtaju na odstojanju od 31 mm, februara i marta na odstojanju od 28 mm, marta i aprila na odstojanju od 30 mm, itd. Kao što se vidi, odstojanja izmedju dva uzastopna meseca izražena u milimetrima predstavljaju u stvari dane u mesecu.

Na primer, da bi se odredio datum početka i svršetka temperature od $10^{o}C$, potrebno je na tom mestu ordinate povući pravu liniju paralelnu sa apscisom. Presekom ove prave linije i krive godišnjeg toka temperature dobijene su dve presečne tačke. Iz presečnih tačaka spusti se normala na apscisu i na preseku normale i apscise pročitaju datumi početka i svršetka tražene temperature i izmedju nih trajanje perioda. Ovaj način odredjivanja početka i svršetka pojedinih karakterističnih srednjih dnevnih temperatura prilično je spor i ništa nije tačnije od računske metode koja se zasniva na tome da je nagib uzlaznog i silaznog dela grafičkog prikaza godišnjeg toka krive temperature približno linearan. Na osnovu te linearnosti dobija se sledeći odnos:

$$d_{+} : D = (t_x - t_b) : (t_a - t_b) ,$$

$$d_- : D = (t_a - t_x) : (t_a - t_b).$$

Simbol d_+ je razlika u danima izmedju srednjeg datuma meseca ispod granične temperature (t_b) i datuma kada nastane granična temperatura (t_x), odnosno tačke na kojoj uzlazni deo krive preseca horizontalnu liniju granične temperature (t_x) na ordinati. Simbol d_- ima isto značenje kao i d_+, samo za silazni deo krive. Simbol D je razlika u danima izmedju srednjih datuma meseca sa srednjim mesečnim temperaturama t_a ili t_b.

Iz navedenih odnosa dobija se za uzlazni deo krive godišnjeg toka temperature jednačina koja glasi:

$$d_+ = D\frac{t_x - t_b}{t_a - t_b} . \qquad (42)$$

Jednačinom (42) se izračunava odnosno odredjuje srednji datum početka neke od navedenih karakterističnih srednjih dnevnih temperatura.

Slično jednačini (42) za silazni deo krive odnosno za odredjivanje srednjeg datuma završetka karakteristične temperature dobijamo jednačinu (43) koja glasi:

$$d_- = D\frac{t_a - t_x}{t_a - t_b} . \qquad (43)$$

Način odredjivanja početka, svršetka i trajanja perioda pojedinih karakterističnih srednjih dnevnih temperatura biće prikazan na primeru godišnjeg toka temperature u Osijeku.

Tabela 19. - Srednja mesečna i godišnja temperatura u Osijeku za period od 1925. do 1940. godine

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Srednja godišnja
-0,8	0,8	5,8	11,5	16,2	19,9	22,2	20,7	16,9	11,5	7,1	0,4	11,0

Kada se želi da se odredi srednji datum početka, svršetka i srednje trajanje perioda sa srednjom dnevnom temperaturom jednakom ili većom od $5^{\circ}C$, mora se prvo videti u Tabeli 19 izmedju kojih se srednjih mesečnih temperatura nalazi tražena temperatura.

U našem primeru za Osijek ta se temperatura nalazi izmedju srednje mesečne temperature februara (t_b) i srednje mesečne temperature marta (t_a) za uzlazni deo krive (d_+).

Za silazni deo krive godišnjeg toka temperature tražena

temperatura od $5^{o}C$ nalazi se izmedju srednjih mesečnih temperatura novembra (t_a) i decembra (t_b).

Kada se simboli zamene vrednostima, u jednačini 42 i 43 dobijamo:

$$d_+ = 30\,\frac{5,0 - 0,8}{5,8 - 0,8} = 25,2 \simeq 25,$$

$$d_- = 30\,\frac{7,1 - 5,0}{7,1 - 0,4} = 9,4 \simeq 9.$$

Vrednost dobijena za d_+ koja iznosi 25 označava broj dana koji treba dodati na 14-ti februar, a vrednost dobijena za d_- označava broj dana koje treba dodati na 15-ti novembar.

Posle dodavanja vrednosti d_+ i d_-, može se zaključiti da srednja dnevna temperatura, jednaka ili veća od $5^{o}C$, u Osijeku počinje 11-tog marta, a završava se 24-tog novembra.

Dužina perioda sa trajanjem temperature od $5^{o}C$ odredjuje se na osnovu prethodno dobijenih datuma (11. marta i 24.novembra) i tabele koja sadrži redni broj dana u običnoj godini (prilog).

U navedenoj tabeli 11. mart je 70. dan u godini, a 24. novembar 328. dan u godini. Oduzimanjem 70 do 328 dobija se srednja dužina trajanja perioda sa srednjom dnevnom temperaturom $\geq 5,0^{o}C$ koja iznosi 258 dana.

Na isti način se odredjuje srednji datum početka svršetka i srednji period trajanja drugih karakterističnih srednjih dnevnih temperatura.

Na osnovu srednjih mesečnih temperatura iz perioda od 1925. do 1960. godine srednji datum početka i svršetka, kao i srednje trajanje perioda sa srednjom dnevnom temperaturom $\geq 5,0^{o}C$ za pojedina mesta su:

	s.d.p.	s.d.s.	s.t.p.
Ljubljana	17.III (76)	16.XI (320)	244 dana
Zagreb-Grič	5.III (64)	28.XI (332)	268 dana
Split	-	-	365 dana
Bjelašnica	27.V (147)	5.X (278)	131 dan
Sarajevo	19.III (78)	23.XI (327)	249 dana
Beograd	8.III (67)	29.XI (333)	266 dana
Titograd	-	-	365 dana
Skoplje	4.III (63)	30.XI (334)	271 dan

Kao što se vidi, od presudnog je uticaja za trajanje perioda sa temperaturom $\geq 5^{o}C$ blizina mora, nadmorska visina i geografska širina, uz niz i drugih uticajnih faktora.

Uticaj blizine mora očigledan je za Titograd i Split, gde je dužina trajanja perioda sa srednjom dnevnom temperaturom $\geq 5,0^{o}C$ - 365 dana. Takodje, nadmorska visina od 2 067 m, na kojoj se nalazi meteorološka stanica na Bjelašnici, uslovljava kratko trajanje perioda sa srednjom dnevnom temperaturom jednakom ili većom od $5,0^{o}C$.

11.7. Čestina dana sa odredjenim karakterističnim ekstremnim temperaturama

Karakteristične ekstremne temperature čije se čestine pojave po danima odredjuju i analiziraju za potrebe raznih privrednih delatnosti i za proučavanje klime raznih oblasti su:

- minimalna temperatura (t min) $\leq -10,0^{o}C$,
- minimalna temperatura (t min) $< 0,0^{o}C$,
- maksimalna temperatura (t max) $< 0,0^{o}C$,
- maksimalna temperatura (t max) $\geq 25,0^{o}C$,
- maksimalna temperatura (t max) $\geq 30,0^{o}C$,
- maksimalna temperatura (t max) $\geq 35,0^{o}C$,
- maksimalna temperatura (t max) $\geq 40,0^{o}C$,
- minimalna temperatura (t min) $\geq 20,0^{o}C$.

Medju privrednim delatnostima za koje je posebno značajno odredjivanje čestine dana sa ovim temperaturama i izračunavanje verovatnoće pojave istih spadaju: poljoprivreda, gradjevinarstvo, turizam, saobraćaj i elektroprivreda.

Dani u kojima su se pojavile navedene temperature imaju i svoje nazive koji odgovaraju, u meteorološkom smislu, visini zabeležene temperature. U tom smislu, primera radi, dan u kome je minimalna temperatura bila jednaka ili niža od $-10,0^{o}C$ naziva se dan sa jakim mrazom.

Dan u kome je, na primer, minimalna temperatura u bilo kom momentu u toku 24 časa bila niža od $0,0^{o}C$ naziva se mrazni dan.

Ledenim danom se naziva onaj dan u kome je maksimalna temperatura bila niža od $0,0^{o}C$, odnosno dan u kome neprekidno traje mraz.

Letnjim danom naziva se onaj dan u kome je maksimalna temperatura bila $25,0^{o}C$ i viša. Dani u kojima je maksimalna temperatura je-

dnaka ili viša od 30,0°C nazivaju se tropskim danima.

Osim navedenih dana čije nazive uslovljava temperatura, postoji i naziv tropska noć. U tropskoj noći minimalna temperatura je 20,0°C, ili još veća. Odredjivanjem dana u kojima su se pojavile navedene karakteristične ekstremne dnevne temperature odredjuje se u stvari apsolutna čestina pojave dana sa tim temperaturama.

Na osnovu ovih apsolutnih čestina izračunava se srednja čestina pojave broja dana sa karakterističnim temperaturama za pojedine mesece, godine i višegodišnje periode. Primer u Tabeli 20 pokazaće kako se odredjuje apsolutna čestina pojave dana sa karakterističnim temperaturama i kako se na osnovu nje izračunava srednja čestina pojave tih dana za mesec, godinu i višegodišnji period.

Tabela 20.- Srednja čestina dana sa odredjenim minimalnim i maksimalnim temperaturama u Osijeku za period od 1941.do 1950. godine

Meseci / Temperature	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
tmin ≤ -10,0	6,2	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	9,4
tmin < 0,0	22,9	19,0	11,9	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	6,2	17,1	80,2
tmax < 0,0	12,9	4,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	5,3	24,0
tmax ≥ 25,0	0,0	0,0	0,0	2,8	13,2	15,5	25,2	22,9	14,0	1,3	0,0	0,0	94,9
tmax ≥ 30,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,3	5,9	11,2	13,2	4,5	0,0	0,0	0,0	37,2
tmin ≥ 20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5

Da bi nam bilo jasnije kako su dobijene srednje čestine dana sa navedenim temperaturama, objasnićemo na primeru kako je dobijena srednja čestina dana sa minimalnom temperaturom <0,0°C za januar, koja iznosi 22,9 (Tabela 20).

Tabela 20a. - Dani sa t min <0,0°C , januara od 1941. do 1950. godine u Osijeku

Godina	1941.	1942.	1943.	1944.	1945.	1946.	1947.	1948.	1949.	1950.
Broj dana u kojima su zabeležene tmin <0,0°C u januaru	24	31	30	21	30	10	30	6	20	27

Ukupan zbir apsolutnih čestina pojave minimalne temperature <0,0°C za mesec ja-

nuar u desetogodišnjem periodu u Osijeku iznosi 229. Da bi se dobila srednja čestina pojave te temperature za januar, vrednost od 229 apsolutnih čestina u desetogodišnjem periodu podeli se sa 10, tj. brojem godina, čime se dobija srednja čestina pojave od 22,9 koja se nalazi u Tabeli 20 za januar. Godišnja srednja čestina pojave dobija se sabiranjem mesečnih srednjih čestina pojave odredjenih temperatura.

Na osnovu površne analize podataka iz Tabele 20 zaključuje se da su u periodu od 1941. do 1950. godine u Osijeku bili najčešći dani sa maksimalnom temperaturom t max $\geq 25,0^{o}C$, tj. letnji dani, sa prosečnom godišnjom čestinom pojave od 95 puta. Čestina pojave ovih dana zabeležena je i izračunata za period od aprila do oktobra. Posle letnjih dana najveća je srednja čestina pojave mraznih dana, tj. dana u kojima je minimalna temperatura zabeležena kao negativna vrednost (t min $<0,0^{o}C$). Srednja čestina ili prosečna čestina pojave ovih dana iznosi 80 puta godišnje i obuhvata period od oktobra do maja, sa maksimumom u januaru.

Tropskih dana ima godišnje u proseku 37, a ledenih 24. Prvi se javljaju u periodu od aprila do septembra, a drugi od novembra do marta.

Najmanja prosečna čestina pojave je za dane sa jakim mrazom, i ona iznosi 9, kao i za dane sa tropskim noćima, koja iznosi 2. Dani sa jakim mrazom pojavljivali su se od novembra do februara, a dani sa tropskim noćima u julu i avgustu.

Verovatnoća pojave karakterističnih dnevnih ekstremnih temperatura je računata kao odnos broja povoljnih prema broju mogućih slučajeva i procentualno izražena u Tabeli 21. Pod brojem povoljnih slučajeva (paragraf 10) podrazumeva se srednja mesečna vrednost čestine pojave karakteristične temperature, odnosno godišnja srednja vrednost čestina, a broj mogućih slučajeva je broj dana u pojedinim mesecima odnosno godini.

Tabela 21. - Verovatnoća pojave dana sa temperaturama iz Tabele 20 izražena u procentima

Meseci / Temperature	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
t min $\leq$ -10,0	20,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	2,6
t min < 0,0	73,8	67,8	38,3	3,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	20,6	21,9
t max < 0,0	41,6	17,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	17,0	6,5
t max $\geq$ 25,0	0,0	0,0	0,0	9.3	42,5	51,6	81,2	73,8	46,6	4,1	0,0	0,0	26,0
t max $\geq$ 30,0	0,0	0,0	0,0	0,3	7,4	19,6	36,1	42,5	15,0	0,0	0,0	0,0	10,1
t min $\geq$ 20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4

Procentualna vrednost srednje čestine dana sa minimalnom

temperaturom $< 0,0^{o}C$ za januar od 73,8% znači da je verovatnoća da se ta temperatura u januaru pojavi svakog dana 73,8% od 100% mogućih. Može se tumačiti i da postoji verovatnoća da će od svakih 10 dana u januaru 7 biti sa minimalnom temperaturom $<0,0^{o}C$, odnosno da će biti 7 mraznih dana.

Procentualna vrednost srednje čestine dana sa maksimalnom temperaturom $\geq 30,0^{o}C$ za april od 0,3%, analogno prethodnom, znači da je verovatnoća da se ta temperatura pojavi u aprilu svakog dana 0,3% od 100 mogućnih procenata. Ovo se može tumačiti i tako da postoji verovatnoća da se od svakih 1 000 dana aprila meseca mogu očekivati tri dana sa pojavom maksimalne temperature $\geq 30,0^{o}C$.

Godišnje vrednosti verovatnoće za ove karakteristične ekstremne dnevne temperature označavaju mogućnost, procentualno izraženu, pojave ovih temperatura svakog dana u godini.

11.8. Odredjivanje mraznog perioda

U prethodnom paragrafu je pomenuto da se pod mraznim danom podrazumeva svaki onaj dan u kome je minimalna temperatura, u bilo kom momentu u toku 24 časa, bila manja od nule. Prosečni ili srednji mrazni period predstavlja vremenski razmak izmedju srednjeg datuma prvog (jesenjeg) mraza i srednjeg datuma poslednjeg (proletnjeg) mraza. Odredjivanjem srednjeg datuma prvog mraza u jesen i poslednjeg u proleće dobija se trajanje prosečnog mraznog perioda.

Da bi se odredio srednji datum pojave prvog (jesenjeg) i poslednjeg (proletnjeg) mraza u godini, potrebno je prvo odrediti datume pojave prvog mraza u jesen i poslednjeg mraza u proleće za svaku godinu iz niza na osnovu kojeg se odredjuje srednji datum početka i svršetka mraznog perioda (rubrike 2 i 4 u Tabeli 22).

Posle toga odredi se redni broj dana za svaku godinu (tabela u prilogu) kome pripada datum pojave prvog odnosno poslednjeg mraza za tu godinu odnosno zimu (rubrike 3 i 5, Tabela 22). Zbirovi rednih brojeva dana u godini (rubrike 3 i 5) podeljeni brojem godina odnosno zima predstavljaju srednji redni dan u godini za prvi i poslednji mraz. Na kraju se iz tablice (u prilogu) vidi kome datumu odgovaraju srednje dobijene vrednosti rednih brojeva dana u godini, i ti datumi će predstavljati srednje datume pojave prvog mraza u jesen i poslednjeg u proleće.

Postupajući po opisanom postupku, na osnovu petnaestogo-

dišnjeg niza, dobija se da je srednji datum pojave prvog (jesenjeg) mraza u Kikindi 29. oktobar. Navedeni datum pojave prvog mraza odgovara srednjem rednom broju dana u godini, 302-om.

Tabela 22.- Datumi prvog i poslednjeg mraza u Kikindi u zimama od 1948/49. do 1962/63. godine sa odgovarajućim rednim danom u godini, trajanjem mraznog perioda, stvarnim brojem mraznih dana, razlikom izmedju mraznog perioda izraženog u danima i stvarnog broja mraznih dana i trajanja perioda bez mraza

ZIMA	Datum pojave prvog mraza	Redni dan u godini	Datum pojave posled. mraza	Redni dan u godini	Trajanje mraznog perioda	Stvarni broj mraznih dana	6 - 7	Trajanje perioda bez mraza
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1948/49.	11.X	285.	17.IV	107.	187	116	71	178
1949/50.	30.XI	334.	9.IV	99.	130	75	55	235
1950/51.	15.X	288.	16.IV	106.	183	56	127	182
1951/52.	12.X	285.	4.IV	95.	175	112	63	190
1952/53.	19.X	293.	21.IV	111.	183	89	94	182
1953/54.	13.XI	317.	21.IV	111.	159	106	53	206
1954/55.	28.X	301.	26.IV	116.	180	78	102	185
1955/56.	30.X	303.	9.IV	100.	162	90	72	203
1956/57.	12.X	286.	17.IV	107.	186	93	93	179
1957/58.	15.XI	319.	11.IV	101.	147	98	49	218
1958/59.	28.X	301.	21.IV	111.	175	81	94	190
1959/60.	1.X	274.	27.IV	118.	209	73	136	156
1960/61.	3.XII	338.	29.III	88.	115	52	63	250
1961/62.	20.XI	324.	29.III	88.	129	97	32	236
1962/63.	17.X	290.	5.IV	95.	170	107	63	195
Σ	-	4538	-	1533	2490	1323	1167	2985
$\bar{X}$	29.X	302	13.IV	103	166	88	78	199

Srednji datum pojave poslednjeg (proletnjeg) mraza, dobijen po istom postupku kao i srednji datum pojave prvog (jesenjeg) mraza, jeste 13. april, a on odgovara srednjem rednom danu u godini (103-em). Na osnovu srednjeg datuma pojave prvog i poslednjeg mraza vidi se da prosečni mrazni period u Kikindi traje od 29. oktobra do 13. aprila.

Trajanje mraznog perioda, izraženo u danima, (rubrika 6, Tabela 22) dobija se kada se od broja godišnjih dana (365 ili 366) oduzme redni broj dana u godini koji odgovara datumu pojave prvog mraza, pa se taj broj dana sabere sa rednim brojem dana u godini koji odgovara datumu pojave poslednjeg mraza. Analizirajući podatke o trajanju mraznog perioda, vidi se da najveća duži-

na trajanja iznosi 209 dana a najmanja 115 dana. U rubrici 2 i 4 Tabele 22 vidi se da su datumi pojave prvog (jesenjeg) i poslednjeg (proletnjeg) mraza različiti.

Najraniji datum pojave prvog (jesenjeg) mraza je 1.oktobar, a najkasniji datum pojave poslednjeg (proletnjeg) mraza je 27.april. Ovi datumi pojave prvog odnosno poslednjeg mraza u jednom nizu podataka, na osnovu kojeg se odredjuje mrazni period, nazivaju se ekstremni datumi pojave mraza.

Na osnovu ekstremnih datuma pojave mraza u Kikindi dobija se da je ekstremno trajanje mraznog perioda 209 dana.

U rubridi 7 Tabele 22 dat je broj stvarnih dana sa mrazom koji se dobija zbrajanjem čestina minimalnih temperatura manjih od $0,0^{o}C$. Vidi se da je stvarni broj mraznih dana u proseku za oko dva puta manji od prosečnog trajanja mraznog perioda.

Razlike izmedju trajanja mraznog perioda izraženog u danima i stvarnog broja mraznih dana date su u rubrici 8 Tabele 22, i kreću se od 52 do 116 dana. U rubrici 9 iste tabele dat je period bez mraza, takodje izražen u danima. Ovaj se period dobija kada se od broja dana u godini oduzme trajanje mraznog perioda za tu godinu. Prosečno trajanje perioda bez mraza u Kikindi iznosi 199 dana.

Srednji datum početka, svršetka i srednje trajanje perioda, kao i ekstremni datumi odredjuju se i kod nekih drugih pojava kao i kod mraza. Tu prvenstveno mislimo na pojavu snega, slane, inja, rose itd.

11.9. Način izračunavanja temperaturnih suma

Temperaturne sume se najviše koriste u agrometeorologiji, tj. u vidu meteorologije koji se bavi proučavanjem uticaja vremena i klime na poljoprivredu. Temperaturnim sumama mogu se kvantitativno predstaviti i intenzitet zimske oštrine i letnje žege. Ovaj značaj temperaturnih suma uslovljava potrebu upoznavanja sa načinom izračunavanja, kao i kraće analize primera temperaturnih suma datog u ovom paragrafu.

Ovo upoznavanje je potrebno i pored toga što smo se već upoznali sa nekim parametrima temperature koji mogu donekle da pokažu i ono što nam pokazuju temperaturne sume.

Temperaturna suma jeste algebarski zbir srednjih dnevnih temperatura za odredjen period vremena u godišnjem hodu temperature. Za potrebe

agrometeorologije, odnosno za primenu njenih naučnih dostignuća u poljoprivredi, temperaturne sume se izračunavaju najčešće za period od srednjeg datuma početka do srednjeg datuma svršetka sa srednjom dnevnom temperaturom jednakom ili većom od 5,0°C. Na osnovu toga može se reći da se temperaturne sume najčešće izračunavaju za vegetacioni period u toku godine. Normalno je da i vegetacioni period (početak i kraj), kao i temperaturna suma zavise od geografske širine, udaljenja od okeana, nadmorske visine, reljefa, zemljišta itd. isto koliko i srednja dnevna,mesečna ili godišnja temperatura vazduha. Zbog toga je i rečeno da se temperaturne sume izračunavaju najčešće za period trajanja srednjih dnevnih temperatura od 5,0°C, što ne znači da se ne izračunavanja posebno i za period trajanja sa srednjom dnevnom temperaturom od 10,0°C i 15,0°C.

Na primeru srednjih mesečnih i godišnje temperaturne sume za navedena mesta u Tabeli 23, vidi se kako se vrednost temperaturnih suma smanjuje sa udaljenjem od mora, kao i sa povećanjem geografske širine i nadmorske visine (Hs).

Tabela 23.- Srednje mesečne i godišnje temperaturne sume za period od 1961. do 1970. godine

Meseci / Mesta	H_s	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Split	122	214	224	316	434	579	680	786	773	654	552	398	265	5 876
Titograd	52	134	173	300	432	591	686	803	797	649	515	345	205	5 630
Sarajevo	630	-54	27	135	304	434	509	579	580	464	330	211	-17	3 502
Zagreb	123	-70	42	164	333	460	564	617	592	480	342	197	-18	3 703
Ljubljana	299	-74	31	149	323	447	547	609	582	469	336	175	-36	3 558

Ove srednje mesečne sume temperature vazduha dobijene su algebarskim zbirom srednjih dnevnih temperatura vazduha i deobom brojem godina, tj. sa 10. Godišnje sume dobijaju se takodje algebarskim zbirom srednjih mesečnih suma ili zbirom godišnjih suma podeljenim sa 10.

12. PROMENLJIVOST TEMPERATURE VAZDUHA

Promenljivost neprekidnih (kontinuiranih) meteoroloških elemenata čini posebno klimatsko obeležje nekog mesta ili neke oblasti. Ovo se naročito odnosi na srednje promenljivosti meteoroloških elemenata koje prema načinu izračunavanja nisu zavisne od uzastopnih osmatranja, pa se time dobija mogućnost da se analiziraju promene od umerenih do izuzetno velikih, što je od posebne važnosti za klimatski prikaz podneblja nekog mesta ili oblasti. Takodje je potrebno znati da je za proučavanje dnevnih hodova neprekidnih meteorolo-

ških elemenata neophodno poznavanje časovnih promenljivosti elementa odredjenog, jednog ili više dana. Ovo se naročito odnosi na proučavanje dnevnog hoda temperature, kojem se posvećuje posebna pažnja u sklopu ostalih meteoroloških elemenata i pojava koji su činili vreme tog ili tih dana.

U Paragrafu 8 srednja devijacija ili srednje odstupanje nazvano je i srednjom promenljivošću (μ). Srednja promenljivost je srednje odstupanje uzastopnih vrednosti nekog kontinuiranog meteorološkog elementa od njegove srednje vrednosti.

Promenljivost temperature se definiše kao njena uzastopna promena od jednog do drugog časa, od danas do sutra, od sutra do prekosutra, itd. Promenljivost temperature od časa do časa naziva se medjučasovna promenljivost, a od dana do dana (uzastopno) medjudnevna ili interdiurna promenljivost.

12.1. Medjudnevna promenljivost temperature vazduha

Medjudnevna promenljivost temperature vazduha je razlika srednjih dnevnih temperatura vazduha dva uzastopna dana. Razlika srednjih dnevnih temperatura vazduha može da bude pozitivna i negativna. Pozitivna razlika je ako je srednja dnevna temperatura dana bila veća od srednje dnevne temperature prethodnog dana. Negativna razlika je ako je srednja dnevna temperatura dana niža od srednje dnevne temperature prethodnog dana. Na osnovu ovih razlika odredjuje se negativna i pozitivna medjudnevna promenljivost. Apsolutni zbir promenljivosti srednjih dnevnih temperatura podeljen brojem sabiraka daje medjudnevnu promenljivost za pentadu, dekadu, mesec i godinu.

Na primeru srednjih dnevnih temperatura januara 1974.godine (Tabela 24) u Mostaru biće prikazano izračunavanje medjudnevnih promenljivosti temperature.

Da bi se za medjudnevnu promenljivost srednje dnevne temperature vazduha dobila 31 vrednost, mora se uračunati i srednja dnevna temperatura prethodnog dana, tj. 31. decembra 1973. godine. Na osnovu te srednje dnevne temperature i srednje dnevne temperature 1. januara 1974. godine odredi se razlika odnosno promenljivost temperature za ta dva dana.

Srednja dnevna temperatura poslednjeg dana u mesecu uzima se uvek kao podatak koji služi da se odredi medjudnevna promenljivost temperature za naredni mesec.

Primenom jednačine 19a, Paragraf 8, koja u brojitelju ume-

sto "d_i" (devijacije) sadrži "δ_i" (razlike srednjih dnevnih temperatura dva uzastopna dana), dobija se medjudnevna ili interdiurna promenljivost temperature vazduha u Mostaru za januar 1974. godine.

$$\mu' = \frac{\Sigma/\delta_i/}{N},$$

$$\mu' = \frac{41,0}{31},$$

$$\mu' = \pm 1,32^{0}C.$$

Vrednost $\mu' = \pm 1,32^{0}C$ znači da se vazdušna temperatura januara 1974. godine u Mostaru menjala od jednog do drugog dana prosečno za $\pm 1,32^{0}C$.

Pozitivna promenljivost dobija se zbirom pozitivnih razlika i deobom brojem sabiraka pozitivnih razlika, a negativna zbirom negativnih

Tabela 24.- Srednja dnevna temperatura januara 1974. godine u Mostaru i medjudnevne razlike srednjih dnevnih temperatura

Datum	Temperatura	Razlika
31.XII 1973.	9,2	0,6
1.I 1974.	9,8	-1,7
2.	8,1	-0,3
3.	7,8	0,5
4.	8,3	-1,7
5.	6,6	0,3
6.	6,9	0,5
7.	7,4	-1,8
8.	5,6	0,2
9.	5,8	0,5
10.	6,3	0,7
11.	7,0	2,1
12.	9,1	-1,7
13.	7,4	-2,8
14.	4,6	-0,8
15.	3,8	2,0
16.	5,8	-0,4
17.	5,4	1,6
18.	7,0	2,8
19.	9,8	1,8
20.	11,6	-0,9
21.	10,7	-3,5
22.	7,2	-1,0
23.	6,2	0,4
24.	6,6	-1,3
25.	5,3	0,3
26.	5,6	-2,1
27.	3,5	4,6
28.	8,1	-1,9
29.	6,2	-0,1
30.	6,1	0,1
31.I 1974.	6,2	

razlika i deobom brojem sabiraka negativnih razlika.

$$\mu'_+ = \frac{\Sigma_+ \delta_i}{N}, \qquad \mu'_- = \frac{\Sigma_- \delta_i}{N},$$

$$\mu'_+ = \frac{19,0}{16}, \qquad \mu'_- = \frac{22,0}{15},$$

$$\mu'_+ = 1,18^{o}C \qquad \mu'_- = 1,46^{o}C.$$

Pozitivna promenljivost (μ'_+) iznosi $1,18^{o}C$, a negativna (μ'_-) $1,46^{o}C$. Najveća pozitivna promena u srednjoj dnevnoj temperaturi zbila se izmedju 27. i 28.januara i iznosila je $4,6^{o}C$, a najveća negativna promena izmedju 21. i 22.januara i iznosila je $-3,5^{o}C$. Za kolektive (nizove) meteoroloških elemenata duže od 30 godina izračunava se po istom postupku normalna medjudnevna promenljivost.

12.2. Srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura vazduha

Srednjom promenljivošću mesečnih temperatura vazduha odredjuju se promene ili varijacije temperatura u godišnjem hodu temperature. Srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura vazduha u stvari predstavlja merilo o kolebanjima temperature oko srednje mesečne vrednosti temperature. To znači da srednja promenljivost služi i kao pouzdan podatak za stepen realnosti (pouzdanosti) aritmetičke srednje vrednosti temperature, a i ostalih neprekidnih meteoroloških elemenata (Paragraf 8).

Srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura vazduha izračunava se apsolutnim zbirom individualnih odstupanja srednjih mesečnih temperatura od srednje mesečne temperature celog perioda (obično normalne mesečne temperature) i deobom brojem sabiraka.

Ovo izračunavanje srednje promenljivosti srednjih mesečnih temperatura predstavljeno je formulom 19, Paragraf 8, koja glasi:

$$\mu = \frac{\Sigma |d_i|}{N},$$

gde je d_i oznaka za individualna odstupanja srednjih mesečnih temperatura od srednje mesečne temperature perioda ili od normalne temperature za period od 30 godina ili i duži.

Normalne mesečne temperature za period od 1931. do 1970.

godine date su u Tabeli 25 za Koprivnicu. Na osnovu tih temperatura izračunata je, po gornjem opisanom postupku, srednja promenljivost strednjih mesečnih temperatura za Koprivnicu (Tabela 26) uz primenu formule 19.

Tabela 25. - Normalne mesečne temperature u Koprivnici za period od 1931. do 1970. godine

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
-1,7	0,6	5,2	10,8	15,1	18,7	20,2	19,3	15,6	10,3	5,5	0,5	10,0

Tabela 26. - Srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura u Koprivnici za period od 1931. do 1970. godine, računata na osnovu srednjih vrednosti (normalnih) temperatura vazduha iz Tabele 25

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
$\mu \pm =$	2,58	2,38	1,90	1,33	1,25	1,05	0,88	0,90	0,99	1,21	1,34	1,82	0,56

Srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura za normalni period u Koprivnici kreće se od 2,58°C u januaru do 0,88°C u julu. To znači da srednje januarske odnosno julske temperature kolebaju prosečno za 2,58°C odnosno 0,88°C, kako u pozitivnom tako i u negativnom smislu. Medjučasovna kao i medjugodišnja promenljivost temperature izračunava se na isti način kao i medjudnevna. Za medjučasovnu promenljivost traži se razlika temperature dva uzastopna časa u toku dana, a za medjugodišnju razlika dve uzastopne srednje godišnje temperature.

12.3. Relativne temperature vazduha

Pri globalnom klimatskom prikazu većih područja ili oblasti nailazi se na teškoće u opisu režima njihove temperature, zbog toga što uporedjenje godišnjeg hoda stvarne temperature vazduha izmedju raznih mesta jedne oblasti nije moguće iz više razloga. Povećanje rastojanja izmedju mesta uslovljava i veću razliku u srednjoj godišnjoj temperaturi, a takodje i razliku u godišnjem kolebanju temperatura tih mesta. Takodje, u jednoj većoj oblasti ili području nailazi se na više klimatskih tipova, a uporedjenje režima stvarnih temperatura različitih klimatskih tipova može da odvede na pogrešan put u globalnom prikazu klime tog područja. Godišnje kolebanje temperature kao karakterističan parametar temperaturnog obeležja nekog mesta povećava se od manjih prema višim geografskim širinama, a takodje i od okeana i mora prema unutrašnjosti kopna.

Da bi se izbegli ovi nedostaci i "ublažile" razlike u

kolebanjima godišnje temperature u opisu režima stvarne temperature vazduha, gde se neminovno nameće potreba uporedjenja temperatura, koriste se relativne temperature vazduha (t_r). Sam naziv ovih temperatura ukazuje da se one izražavaju u procentima.

Relativne temperature se mogu izračunati na dva načina.

Prvi je pomoću jednačine:

$$t_r = 100 \sin^2 15\alpha, \qquad (44)$$

u kojoj ugao α predstavlja srednji datum meseca na sledeći način: za januar $\alpha = 0$, za februar $\alpha = 1^0$, za mart $\alpha = 2^0$, za april $\alpha = 3^0$, za maj $\alpha = 4^0$, za juni $\alpha = 5^0$, za juli $\alpha = 6^0$, za avgust $\alpha = 5^0$, za septembar $\alpha = 4^0$, za oktobar $\alpha = 3^0$, za novembar $\alpha = 2^0$ i za decembar $\alpha = 1^0$. Kao što se iz prethodnog vidi, α se menja od 0^0 do 6^0, odnosno ugao se menja od 0^0 do 90^0 ($15 \cdot 6 = 90$), a sinus se menja od 0 do 1. Na ovaj način dobija se teorijski "proračunate" relativne temperature za pojedine mesece u godišnjem hodu temperature.

Mnogo je jednostavniji drugi način izračunavanja relativnih temperatura, i to pomoću srednjih mesečnih temperatura. Razlika srednjih mesečnih temperatura najtoplijeg i najhladnijeg meseca u godini (godišnje kolebanje temperature) obeleži se sa 100%. Potom se nadju diferencije srednjih mesečnih temperatura i srednje mesečne temperature najhladnijeg meseca. Te se diferencije izražavaju u procentima od godišnjeg kolebanja temperature (A) koje je predstavljeno sa 100%. Na ovaj način dobijaju se relativne temperature po mesecima u godišnjem hodu temperature.

Ovaj način izračunavanja relativnih temperatura može se predstaviti jednačinom (45), koja glasi:

$$t_r\% = \frac{100}{A} \cdot d. \qquad (45)$$

Simboli d i A označavaju diferencije srednjih mesečnih temperatura u odnosu na najnižu srednju mesečnu temperaturu i njeno godišnje kolebanje, odnosno razliku izmedju meseca sa najvišom i najnižom srednjom mesečnom temperaturom.

Način izračunavanja relativnih temperatura pomoću srednjih mesečnih stvarnih temperatura prikazan je u Tabeli 27, a takodje i razlike izmedju relativnih temperatura izračunatih pomoću jednačine 44 i relativnih temperatura izračunatih pomoću jednačine 45.

Ova mesta nalaze se u takvim klimatskim oblastima da uporedjenje stvarnih temperatura nema nikakvo fizičko opravdanje za njihovu in-

terpretaciju odnosno analizu.

Primenom jednačine 45, a uzimajući za A kod Ulcinja vrednost od 17,4°C, a za Maribor 20,9°C dobijene su relativne temperature za ta dva mesta. Razlika relativnih temperatura, računatih po već navedenoj jednačini, Ulcinj - Maribor iznosi:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	-4	-11	-16	-15	-9	-1	3	1	0	0	3

Pomoću razlika vidi se da Maribor u prvoj polovini godine ima upadljivo veće vrednosti relativnih temperatura od Ulcinja, a u drugoj polovini godine Ulcinj ima nešto veće vrednosti od Maribora.

Grafički prikaz relativnih temperatura Ulcinja i Maribora dat je na slici 20. Iz slike se vidi da su relativne temperature Ulcinja i Maribora veće u drugoj polovini godine (od jula do decembra) nego u prvoj polovini godine (od januara do juna).

Na ordinatu (sl. 20) naneti su procenti relativne temperature, a na apscisu meseci, i to od januara do jula u jednom smeru (desnom), a od avugsta do decembra u suprotnom smeru (levom).

Tabela 27. - Srednje mesečne ($\bar{t}$) i relativne (t_r) temperature vazduha u Ulcinju i Mariboru za period od 1950. do 1962. godine

Ulcinj

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
$\bar{t}$	7,4	8,1	10,4	14,1	17,8	22,1	24,7	24,8	21,2	16,9	12,5	9,6	15,8
d	0,0	0,7	3,0	6,7	10,4	14,7	17,3	17,4	13,8	9,5	5,1	2,2	
t_r	0,0	4,0	17,2	38,4	59,7	84,4	99,3	100,0	79,2	54,5	29,3	12,6	
t_r	0	4	17	38	60	84	99	100	79	54	29	13	

Maribor

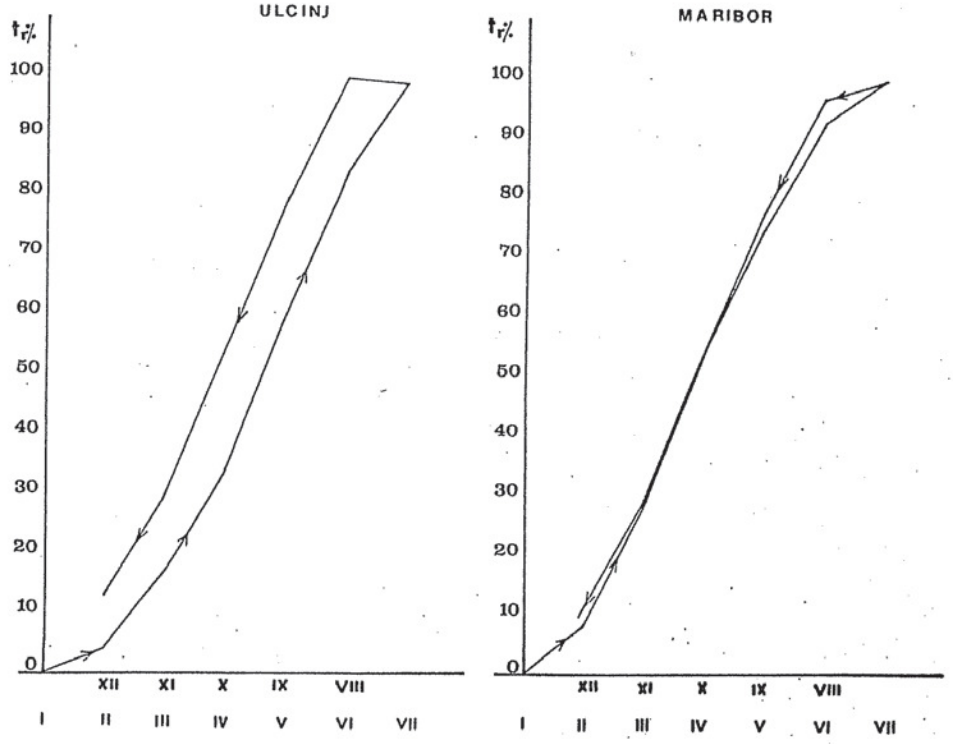
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
$\bar{t}$	-1,6	0,1	4,2	9,7	14,0	17,9	19,3	18,7	14,7	9,6	4,4	0,6	9,3
d	0,0	1,7	5,8	11,3	15,6	19,5	20,9	20,3	16,3	11,2	6,0	2,2	
t_r	0,0	8,1	27,7	54,0	74,6	93,2	100,0	97,0	77,9	53,5	28,7	10,5	
t_r	0	8	28	54	75	93	100	97	78	54	29	10	

Razlike (t_r 100 $\sin^2\alpha$ - t_r) za Ulcinj i Maribor

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
100 $\sin^2\alpha$	0	7	25	50	75	93	100	93	75	50	25	7
Ulcinj	0	3	8	12	15	9	1	-7	-4	-4	-4	-6
Maribor	0	-1	-3	-4	0	0	0	-4	-3	-4	-4	-3

a od avgusta do decembra u suprotnom smeru (levom).

Takodje vidimo da za Maribor dolazi do izražaja kontinentalni klimatski uticaj, a za Ulcinj maritimni klimatski uticaj. Za Ulcinj jesen je toplija od proleća (odlika maritimne klime), pa je deo godišnje krive relativne temperature od avgusta do decembra iznad dela krive od februara do juna. Grafički prikaz ovih temperatura nameće zaključak da ukoliko je uticaj maritimne klime veći utoliko je veća i površina koju obuhvata godišnji tok relativne temperature vazduha. Analogno tome, ukoliko je uticaj kontinentalne klime na neko mesto veći, utoliko će površina koju obuhvata godišnji hod reltivne temperature biti manja (Maribor).



Slika 20.- Grafički prikaz relativnih temperatura Ulcinja i Maribora na osnovu vrednosti srednjih mesečnih temperatura iz Tabele 27

13. OBRADA TEMPERATURE ZEMLJIŠTA

Temperatura zemljišta je jedan od osnovnih meteoroloških elemenata za proučavanje toplotnog bilansa zemljišta i prizemnog sloja vazduha. Obrada temperature zemljišta i analiza iste posebno je značajna za agrometeorologiju i njenu primenu u poljoprivredi. Temperatura zemljišta meri se na sledećim standardnim dubinama:

2, 5, 10, 20, 30, 50 i 100 cm.

Temperatura zemljišta na ovim dubinama meri se po lokalnom (mesnom) vremenu u 7, 14 i 21 čas, sa izuzetkom temperature zemljišta na 100 cm dubine, gde se merenje vrši jedan put u toku dana, i to u 14 časova. Medjutim, za potrebe nekih proučavanja uzimaju se u obzir i druge dubine, na kojima se meri temperatura zemljišta, a takodje i drugi termini u kojima se mere.

13.1. Srednja dnevna temperatura zemljišta

Srednja dnevna temperatura zemljišta ($\bar{t}_z$) dobija se pomoću formule date jednačinom 46, a izračunava se za svaki sloj dubine zemljišta posebno:

$$\bar{t}_z = \frac{t_{z7} + t_{z14} + t_{z21}}{3} , \qquad (46)$$

gde su t_{z7} , t_{z14} i t_{z21} izmerene temperature zemljišta na navedenim standardnim dubinama.

Srednje dnevne temperature zemljišta izračunate po jednačini 46, na osnovu terminskih merenja, u prvoj dekadi marta 1971. godine u Ljubljani na dubini od 5 cm prikazane su u Tabeli 28.

Srednje terminske dekadne vrednosti dobijene su algebarskim zbirom terminskih temperatura, podeljenim brojem sabiraka odnosno za prvu dekadu sa 10.

Kada se traži srednja terminska vrednost treće dekade ili srednja dnevna temperatura zemljišta treće dekade, algebarski zbir sabiraka deli se brojem sabiraka, odnosno sa 8 ili 9 (februar obična i prestupna godina) i sa 10 ili 11, već prema tome da li mesec ima 30 ili 31 dan.

13.2. Srednja mesečna i srednja godišnja temperatura zemljišta

Srednje mesečne temperature zemljišta izračunavaju se

Tabela 28.- Terminske i srednje dnevne temperature zemljišta u Ljubljani u prvoj dekadi marta 1971. godine na dubini od 5 cm

Dan \ Termin	7	14	21	$\bar{t}_z$
1	-3,9	-0,5	-0,6	-1,7
2	-4,1	0,7	-0,7	-1,4
3	-2,4	1,9	-0,5	-0,3
4	-3,5	-0,2	-2,1	-1,9
5	-6,0	0,1	-2,8	-2,9
6	-4,4	-1,7	-2,1	-2,7
7	-2,0	-0,8	-1,4	-1,4
8	-2,0	-0,2	-0,7	-1,0
9	-2,7	-0,3	-0,6	-1,2
10	-1,0	1,6	-0,1	0,0
$\bar{t}_z$	-3,2	0,0	-1,2	-1,4

pomoću srednjih dnevnih temperatura zemljišta na isti način kao i srednje mesečne temperature vazduha (Paragraf 11.2.). Srednje mesečne temperature zemljišta, izračunate za sve standardne dubine na gore naveden način, za Ljubljanu su date u Tabeli 29.

Tabela 29.- Srednje mesečne temperature zemljišta 1971. godine u Ljubljani

Dubina u cm \ Mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
2	0,4	2,0	3,0	11,6	18,3	19,7	24,5	23,6	14,9	9,3	4,6	-0,6	11,0
5	0,4	2,2	3,5	11,5	17,8	19,4	24,2	23,5	15,0	9,5	4,9	-0,4	11,0
10	0,7	2,1	3,1	11,5	17,0	18,8	23,4	23,3	15,4	9,8	5,2	0,0	10,9
20	1,0	2,2	3,0	10,9	16,1	18,0	22,3	22,7	15,5	10,3	5,8	0,7	10,7
30	1,3	2,2	2,9	10,5	13,2	17,3	21,3	22,2	15,8	11,0	6,5	1,4	10,5
50	2,5	3,3	3,8	10,0	14,7	17,1	20,6	21,9	17,2	12,9	8,6	3,8	11,4
100	4,0	3,5	3,8	8,4	12,5	15,2	18,2	19,8	17,0	13,4	9,5	5,0	10,9

Srednja godišnja temperatura zemljišta izračunava se pomoću srednjih mesečnih temperatura zemljišta. Saberu se algebarski sve srednje mesečne temperature zemljišta i zbir podeli sa 12.

Na taj način se dobije srednja godišnja temperatura zemljišta u Ljubljani, na raznim standardnim dubinama, za 1971. godinu (Tabela 29). Godišnje kolebanje temperature zemljišta 1971. godine kreće se od 25,1°C , na dubini od 2 cm, do 16,3°C, na dubini od 100 cm.

Isto kao i temperature vazduha, srednje vrednosti temperature zemljišta odredjuju se iz dugih nizova merenja temperature na standardnim dubinama. Srednja vrednost za svaku od navedenih dubina je pouzdanija ukoliko je niz merenja duži.

Pri statističkoj obradi temperatura zemljišta, analogno obradi temperature vazduha, odredjuju se i parametri temperature zemljišta koji pružaju mogućnost boljeg upoznavanja režima ove temperature. Ovde se prvenstveno misli na: broj dana sa temperaturom zemljišta $\leq 0,0^{o}C$ u pojedinim dubinskim slojevima, srednji i ekstremni datum prvog i poslednjeg mraza u pojedinim dubinskim slojevima zemljišta, kao i na odredjivanje srednje i maksimalne dubine na kojima je bila temperatura zemljišta $0,0^{o}C$.

14. OBRADA VAZDUŠNOG PRITISKA

Statistička obrada vazdušnog pritiska analogna je obradi temperature vazduha, bez obzira na mnoge različite specifičnosti ta dva meteorološka elementa. Pritisak vazduha je jedan od osnovnih meteoroloških elemenata koji se upotrebljava pri proučavanju klime većih oblasti, regiona pa i cele Zemljine površine. Karte srednje raspodele vazdušnog pritiska na nivou mora daju sliku o vazdušnim strujanjima, tj. karakterišu osnovne osobine atmosferske cirkulacije. Ispitivanja u vezi sa cirkulacijom atmosfere, dugoročnom prognozom vremena, kolebanjima nivoa mora i okeana zasnivaju se pretežno na karakteristikama režima vazdušnog pritiska, dobijenim i statistički obradjenim iz dužih nizova vazdušnog pritiska.

Režim vazdušnog pritiska u statističkoj obradi karakteriše se sledećim veličinama:

- srednjim dnevnim, pentadnim i dekadnim vrednostima vazdušnog pritiska,
- srednjim mesečnim i godišnjim vrednostima vazdušnog pritiska,
- najvećim i najmanjim srednjim mesečnim i godišnjim vrednostima vazdušnog pritiska,
- apsolutnim maksimumom i minimumom vazdušnog pritiska,
- dnevnim hodom vazdušnog pritiska,
- promenljivošću pritiska od dana do dana (medjudnevna promenljivost vazdušnog pritiska),
- anomalijama (odstupanjima) godišnjih vrednosti pritiska od normalnog pritiska izračunatog u smislu dužine perioda merenja pritiska, i
- čestinom vazdušnog pritiska po pojedinim odredjenim intervalima.

Režim vazdušnog pritiska koji se proučava preko navedenih veličina obradjuje se prema nameni statistički na osnovu podataka izmerenih na nivou stanice, kao i podataka pritiska svedenih sa nivoa stanice na nivo mora. Pritisak na nivou stanice se dobija kada se pročitana vrednost na barometru (barometarsko stanje) reducira na $0,0^{o}C$, pa zatim na normalnu Zemljinu težu.

Pritisak sveden na nivo mora služi prvenstveno za izradu izobarskih karata, odnosno karáta srednje raspodele vazdušnog pritiska na nivou mora. Ovaj se pritisak izražava u mb (milibarima), a pritisak na nivou stanice u mm (milimetrima). Odnos mb i mm dat je tabelom u prilogu knjige. U daljoj obradi i tabelarnim prikazima služićemo se pritiskom na nivou stanice.

14.1. Srednji dnevni, pentadni, dekadni i srednji mesečni vazdušni pritisak

Srednji dnevni vazdušni pritisak ($\bar{p}$) izračunava se pomoću jednačine

$$\bar{p} = \frac{p_7 + p_{14} + p_{21}}{3}, \qquad (47)$$

gde su p_7, p_{14} i p_{21} pročitane i reducirane vrednosti vazdušnog pritiska na nivou meteorološke stanice u 7, 14 i 21 čas po lokalnom (mesnom) vremenu.

Srednje dnevne vrednosti vazdušnog pritiska izračunate pomoću jednačine 47, i na osnovu njih dobijene srednje dekadne i mesečna, date su u Tabeli 30. Vrednosti vazdušnog pritiska očitavaju se na jednu decimalu, a izračunate vrednosti daju se takodje na jednu decimalu.

Simboli $\bar{p}_1$, $\bar{p}_2$ i $\bar{p}_3$ u Tabeli 30 označavaju srednje dekadne vrednosti pritiska u 7, 14 i 21 čas i srednju dnevnu dekadnu vrednost pritiska (1 - 3) dekade.

Simbol $\bar{p}$ označava srednje mesečne vrednosti pritiska u 7, 14 i 21 čas, i srednju mesečnu vrednost pritiska (738,6 mm) za mart 1975. godine u Skoplju.

Ova vrednost se dobija zbirom srednjih dnevnih vrednosti podeljenih brojem sabiraka, odnosno sa 31, ili zbirom srednjih mesečnih terminskih vrednosti podeljenih sa 3. Razlike u ova dva načina izračunavanja srednjeg mesečnog pritiska mogu da budu do 0,1 mm, a to je posledica zaokruživanja brojeva.

Pri izračunavanju srednjih pentadnih vrednosti, zbir

prvih pet srednjih dnevnih vrednosti deli se brojem sabiraka,tj. sa 5, a za šestu pentadu prema broju dana u mesecu sa 5, 6, 4 ili sa 3.

Tabela 30.- Srednje dnevne, dekadne i srednja mesečna vrednost vazdušnog pritiska marta 1975. godine u Skoplju

Dan \ Termin	7	14	21	Srednja dnevna
1.	744,7	744,7	745,6	745,0
2.	746,4	744,5	744,4	745,1
3.	744,6	741,5	741,0	742,4
4.	741,7	739,6	739,6	740,3
5.	741,8	740,6	742,6	741,7
6.	745,9	744,2	744,7	744,9
7.	746,2	744,9	745,0	745,4
8.	744,9	741,4	739,5	741,9
9.	737,0	735,1	734,5	735,5
10.	732,0	730,8	733,4	732,1
$\bar{p}_1$	742,5	740,7	741,0	741,4
11.	738,8	741,0	743,2	741,0
12.	744,1	740,1	739,9	741,4
13.	740,6	738,0	738,4	739,0
14.	738,2	736,7	739,6	738,2
15.	741,9	741,1	740,2	741,1
16.	740,2	737,1	737,0	738,1
17.	736,9	734,4	735,0	735,4
18.	737,3	737,3	739,0	737,9
19.	741,4	740,2	739,2	740,3
20.	737,5	736,5	736,6	736,9
$\bar{p}_2$	739,7	738,2	738,8	738,9
21.	735,7	733,6	735,1	734,8
22.	738,6	737,5	736,9	737,7
23.	734,8	733,6	734,0	734,1
24.	731,3	730,4	729,8	730,5
25.	731,2	731,5	734,4	732,4
26.	737,6	737,9	738,3	737,9
27.	739,7	737,8	737,8	738,4
28.	737,7	736,3	735,5	736,5
29.	737,3	736,8	738,2	737,4
30.	739,3	736,2	736,2	737,2
31.	736,6	735,0	737,7	736,4
$\bar{p}_3$	736,3	735,1	735,8	735,8
$\bar{p}$	739,4	737,9	738,5	738,6

Maksimalna srednja dnevna vrednost u martu (Tabela 30) iznosi 745,4 mm (7.III), a minimalna srednja dnevna vrednost 730,5 mm (24. III). Srednje dnevno maksimalno kolebanje pritiska marta 1975. u Skoplju iznosi 14,9 mm. Apsolutni terminski maksimum pritiska iznosi 746,4 mm(2.III)u 7 časova , a to je ujedno i apsolutni maksimalni mesečni pritisak u martu 1975. godine.

Apsolutni terminski minimum pritiska iznosi 729,8 mm (24.III)u 21 čas , a to je takodje apsolutni minimalni mesečni pritisak. Apsolut-

no terminsko kolebanje pritiska ili apsolutno mesečno kolebanje u martu 1975. godine iznosi 16,6 mm.

14.2. Srednji godišnji i normalni mesečni i godišnji pritisak vazduha

Srednje godišnje vrednosti vazdušnog pritiska se izračunavaju zbirom srednjih mesečnih vrednosti i deobom sa 12.

Zbir srednjih mesečnih i godišnjih vrednosti za period od 30 i više godina merenja, podeljen brojem sabiraka, daje normalan mesečni i godišnji pritisak u smislu dužine niza. Ovakve vrednosti vazdušnog pritiska za 68-godišnji period date su za Sarajevo u Tabeli 31.

Na osnovu podataka iz Tabele 31 vidi se da je apsolutni mesečni maksimum pritiska u Sarajevu u februaru i da iznosi 716,3 mm, a

Tabela 31. - Normalne mesečne i godišnje vrednosti vazdušnog pritiska računate na osnovu perioda merenja od 1903 do 1970. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
$\bar{p}$	707,3	705,9	705,6	704,9	706,1	707,0	707,2	707,5	708,6	708,3	707,1	706,6	706,8
Apsolutni max	715,5	716,3	713,3	710,1	709,8	709,6	710,8	710,3	711,7	712,1	713,4	713,6	708,5
Apsolutni min	697,8	698,9	699,9	700,9	700,3	704,2	703,7	704,6	706,0	704,3	702,5	700,8	704,5
Apsolutno kolebanje	17,7	17,4	13,4	9,2	9,5	5,4	7,1	5,7	5,7	7,8	10,9	12,8	4,0

apsolutni minimum u januaru iznosi 697,8 mm. Apsolutno kolebanje pritiska u ovom 68-godišnjem periodu iznosi 18,5 mm.

14.3. Medjudnevna promenljivost vazdušnog pritiska

Medjudnevna promenljivost vazdušnog pritiska je razlika srednjih dnevnih vrednosti pritiska za dva uzastopna dana. Analogno promenljivosti temperature, ona može biti pozitivna i negativna.

Srednja medjudnevna promenljivost pritiska za Skoplje u martu 1975. godine data je u Tabeli 32. Medjudnevna promenljivost pritiska marta 1975. godine u Skoplju iznosi $\mu' = \pm 2,47$ mm. Ova vrednost je dobijena primenom jednačine 19a, koja glasi:

$$\mu' = \pm \frac{\Sigma / {}^{\delta} i /}{N} .$$

Medjudnevna promenljivost $\mu' = \pm 2{,}47$ mm znači da se vazdušni pritisak marta 1975. godine u Skoplju menjao od jednog do drugog dana prosečno za 2,47 mm.

15. OBRADA VLAŽNOSTI VAZDUHA

Proučavanja koja se odnose na sadržaj vodene pare u vazduhu, a posebno na stepen zasićenosti vazduha vodenom parom, imaju velikog značaja, kako u nauci tako i u praksi. Širi pojam definicije vlažnosti vazduha obuhvata količinu vodene pare u vazduhu, stepen zasićenosti vazduha vodenom parom kao i deficit vlažnosti vazduha. Od količine vodene pare u vazduhu i stepena zasićenosti vazduha vodenom parom zavise mnoge meteorološke pojave, a posebno oblačnost, magla i razne vrste padavina. Postoji nekoliko veličina u

Tabela 32.- Medjudnevna promenljivost vazdušnog pritiska marta 1975.godine u Skoplju. Srednji dnevni vazdušni pritisak 28.februara 1975.godine bio je 745,3 mm

DAN	Srednji dnevni pritisak	Medjudnevna promenljivost
28.II 1975.	745,3	-0,3
1.III	745,0	+0,1
2.	745,1	-2,7
3.	742,4	-2,1
4.	740,3	+1,4
5.	741,7	+3,2
6.	744,9	+0,5
7.	745,4	-3,5
8.	741,9	-6,4
9.	735,5	-3,4
10.	732,1	+8,9
11.	741,0	+0,4
12.	741,4	-2,4
13.	739,0	-0,8
14.	738,2	+2,9
15.	741,1	-3,0
16.	738,1	-2,7
17.	735,4	+2,5
18.	737,9	+2,4
19.	740,3	-3,4
20.	736,9	-2,1
21.	734,8	-2,9
22.	737,7	-3,6
23.	734,5	-3,6
24.	730,5	+1,9
25.	732,4	+5,5
26.	737,9	+0,5
27.	738,4	-1,9
28.	736,5	+0,9
29.	737,4	-0,2
30.	737,2	-0,8
31.III	736,4	

meteorologiji preko kojih se izražava vlažnost vazduha. Te veličine su: apsolut-

na vlažnost vazduha, pritisak vodene pare, specifična i relativna vlažnost vazduha i deficit zasićenosti vazduha. Medjutim, kada se u meteorologiji govori o vlažnosti vazduha kao elementu koji utiče na klimu nekog mesta, uvek se mora misliti na relativnu vlažnost vazduha. Ovo iz razloga što je relativna vlažnost vazduha, pored temperature vazduha, glavni klimatski elemenat koji utiče na život na Zemlji,a samim tim i na ljudske delatnosti. Značaj statističke obrade relativne vlažnosti uslovljen je i time što je njeno proučavanje u direktnoj vezi sa sposobnošću i raspoloženjem ljudi prilikom obavljanja svih privrednih i društvenih delatnosti. Primena statistički obradjenih podataka relativne vlažnosti posebno je zastupljena kod hidrologa, hidrotehničara, lekara, biologa, agronoma, šumara, gradjevinara i mnogih drugih specijalnosti koje grupno sačinjavaju vid ljudske delatnosti.

15.1. Srednja dnevna, dekadne i mesečne vrednosti pritiska vodene pare (e) i relativne vlažnosti (u)

Pritisak vodene pare koji se izražava u mm Hg i relativna vlažnost koja se izražava u procentima odredjuju se na meteorološkim stanicama u terminima kao i ostali kontinuirani meteorološki elementi, a najčešće u 7, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu.

Relativna vlažnost, pored toga što se odredjuje, može i direktno da se očitava, kao i temperatura vazduha.Srednje dnevne vrednosti pritiska vodene pare izračunavaju se pomoću formule predstavljene jednačinom (48), koja daje srednju vrednost kao rezultat zbira sabiraka podeljenog brojem sabiraka.

$$\bar{e} = \frac{e_7 + e_{14} + e_{21}}{3} . \qquad (48)$$

Zbir srednjih dnevnih vrednosti pritiska vodene pare podeljen brojem sabiraka dekade daje srednju dekadnu vrednost pritiska vodene pare. Zbir srednjih dnevnih vrednosti pritiska vodene pare podeljen brojem dana u mesecu (brojem sabiraka) daje srednju mesečnu vrednost pritiska vodene pare.

Na primeru odredjenih vrednosti pritiska vodene pare u 7, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu u Baru marta 1975. godine, videćemo kako se primenom jednačine 48 izračunava srednja dnevna i srednja mesečna vrednost pritiska vodene pare (Tabela 33).

Vrednosti pritiska vodene pare obeležene sa $\bar{e}$ označavaju srednje mesečne terminske vrednosti pritiska vodene pare. Zbir ovih srednjih terminskih vrednosti (6,5 + 7,6 + 7,3) podeljen brojem sabiraka daje srednju mesečnu vrednost pritiska vodene pare.

Srednja mesečna vrednost pritiska vodene pare,koja u Tabeli 33 iznosi 7,1, dobija se sabiranjem srednjih dnevnih vrednosti, a zatim se deli brojem sabiraka odnosno sa 31. Razlika izmedju ova dva načina dobijanja srednje mesečne vrednosti pritiska vodene pare ne sme da bude veća od 0,1 mm,a posledica je zaokruživanja. Pritisak vodene pare odredjuje se sa tačnošću jedne decimale, a tako se uzima i u svim srednjim vrednostima koje se izračunavaju.

Srednje dnevne vrednosti relativne vlažnosti izračunavaju se isto kao i srednje dnevne vrednosti pritiska vodene pare. Naime, iz jednačine 49 vidi se da se srednja dnevna vrednost relativne vlažnosti ($\bar{u}$)

Tabela 33.- Srednje dnevne i srednje mesečne vrednosti napona vodene pare marta 1975. godine u Baru

Termin / dan	7	14	21	Srednja dnevna
1.	3,8	6,3	5,2	5,1
2.	5,0	7,0	5,1	5,7
3.	6,5	7,9	7,0	7,1
4.	6,0	8,0	8,0	7,3
5.	7,5	8,9	9,3	8,6
6.	5,4	6,9	6,9	6,4
7.	4,9	6,0	6,0	5,6
8.	5,7	10,5	7,1	7,8
9.	7,8	7,3	7,8	7,6
10.	5,7	9,0	9,6	8,1
11.	7,5	7,9	5,7	7,0
12.	3,5	9,1	10,4	7,7
13.	9,7	5,0	7,7	7,5
14.	9,9	10,6	7,6	9,4
15.	7,1	8,3	7,4	7,6
16.	6,9	7,2	7,1	7,1
17.	6,6	7,5	6,9	7,0
18.	6,9	7,7	7,0	7,2
19.	6,2	6,0	5,6	5,9
20.	8,7	10,8	9,4	9,6
21.	7,0	8,5	6,7	7,4
22.	3,1	4,3	4,4	3,9
23.	3,8	5,3	5,3	4,8
24.	5,7	6,9	5,7	6,1
25.	6,2	4,9	5,0	5,4
26.	2,5	4,4	5,2	4,0
27.	5,7	6,4	7,1	6,4
28.	9,1	8,3	8,4	8,6
29.	11,1	11,1	10,1	10,8
30.	9,1	5,2	9,2	7,8
31.	7,5	11,0	11,6	10,0
$\bar{e}$	6,5	7,6	7,3	7,1

dobija kada se saberu odredjene ili izmerene vrednosti relativne vlažnosti vazduha u 7,14 i 21 čas po lokalnom vremenu, i zbir podeli sa 3, tj. brojem sabiraka.

$$\bar{u} = \frac{u_7 + u_{14} + u_{21}}{3}. \qquad (49)$$

Srednje dekadne i mesečne vrednosti relativne vlažnosti dobijaju se isto kao i srednje dekadne i mesečne vrednosti pritiska vodene pare. Posebno je značajno istaći da je potrebno i preporučljivo da se pri izračunavanju srednjih mesečnih vrednosti pritiska vodene pare i relativne vlažnosti vazduha uzima zbir srednjih terminskih vrednosti pritiska ili vlage. Ovo iz razloga što relativna vlažnost podleže u toku dana prilično velikim promenama, što posebno dolazi do izražaja u letnjem periodu.

Način izračunavanja srednjih dnevnih vrednosti relativne vlažnosti vazduha i srednje mesečne relativne vlažnosti pomoću jednačine 49 prikazan je u Tabeli 34.

Srednja mesečna vrednost relativne vlažnosti (79%) dobijena je sabiranjem srednjih mesečnih terminskih vrednosti ($\bar{u}$) i deobom

Tabela 34.- Srednje dnevne i mesečne vrednosti relativne vlažnosti za Čemerno, marta 1975. godine

Termin / Dan	7	14	21	Srednja dnevna
1.	51	35	50	45
2.	50	51	97	66
3.	62	79	100	80
4.	87	74	85	82
5.	97	94	100	97
6.	73	47	45	55
7.	52	51	54	52
8.	45	30	44	40
9.	45	45	100	63
10.	86	70	90	82
11.	95	97	70	87
12.	30	100	100	77
13.	56	54	68	59
14.	74	100	90	89
15.	100	84	81	88
16.	100	85	97	94
17.	97	100	97	98
18.	62	70	68	73
19.	75	56	64	65
20.	100	88	95	94
21.	100	100	95	98
22.	93	93	93	93
23.	92	73	64	76
24.	96	97	96	96
25.	95	59	90	81
26.	63	43	79	62
27.	100	100	100	100
28.	100	100	100	100
29.	100	91	86	92
30.	100	38	64	67
31.	73	95	85	84
$\bar{u}$	80	74	82	79

sa 3. Izračunate vrednosti relativne vlažnosti uvek se zaokružuju na ceo broj.

15.2. Srednje godišnje i normalne vrednosti pritiska vodene pare i relativne vlažnosti vazduha

Srednje godišnje vrednosti pritiska vodene pare i relativne vlažnosti vazduha dobijaju se sabiranjem srednjih mesečnih vrednosti pritiska vodene pare ili relativne vlažnosti, i deljenjem zbira sa 12.

Normalne vrednosti ovih elemenata dobijaju se kao i ostale normalne vrednosti kontinuiranih elemenata. Za svaku normalnu vrednost bilo kog vremenskog perioda (dan, pentada, dekada, mesec i godina) potrebno je 30 i više godina neprekidnih osmatranja pod uslovima navedenim o karakteristikama normalnih vrednosti. Normalne vrednosti relativne vlažnosti za Beograd date su u Tabeli 35, a izračunate su sabiranjem svih mesečnih i godišnjih vrednosti i podeljenim brojem sabiraka (u ovom slučaju sa 30).

Tabela 35.- Normalne mesečne i godišnje vrednosti relativne vlažnosti (u) u Beogradu za period od 1931. do 1960. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
$\bar{u}$	81	77	68	62	65	65	62	62	64	72	80	82	70

Uzimajući u obzir značaj relativne vlažnosti koji je naveden u uvodnom delu ovog paragrafa, a takodje i nagle promene vlažnosti u toku dana, potrebno je vlažnost vazduha okarakterisati još nekim parametrima koji daju potpuniji uvid u režim vlažnosti vazduha na nekom području.

Ti parametri, koji se statistički odredjuju i izračunavaju, jesu sledeći:

- broj dana sa relativnom vlažnošću vazduha $\leq$ 30% u jednom od termina osmatranja,
- broj dana sa relativnom vlažnošću vazduha $\leq$ 50% u jednom od termina osmatranja,
- broj dana sa relativnom vlažnošću vazduha $\geq$ 80% u 14 časova,
- broj dana sa srednjom dnevnom vrednošću relativne vlažnosti $\leq$ 60%,
- broj dana sa srednjom dnevnom vrednošću relativne vlažnosti $\geq$ 90%,
- broj dana sa srednjom dnevnom vrednošću relativne vlažnosti $\geq$ 95%.

Ovih nekoliko parametara daju potpuniju sliku o režimu relativne vlažnosti na nekom području. Medjutim, u zavisnosti od klimatskih ka-

rakteristika područja i od drugih namena moguće je uzeti i druge parametre relativne vlažnosti. Srednji broj dana ili srednju čestinu broja dana sa navedenim parametrima za Beograd pokazuje nam Tabela 36.

Tabela 36.- Srednji broj dana po mesecima i za godinu karakterističnih parametara relativne vlažnosti u Beogradu za period od 1888. do 1962. god.

u ≤ 30% u jednom od termina

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
0,1	0,2	3,3	4,4	2,6	1,6	3,6	5,2	3,5	1,2	0,2	0,0	25,9

u ≤ 50% u jednom od termina

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1,8	4,9	15,0	18,1	17,8	17,2	20,9	21,6	19,4	13,4	4,5	1,6	156,3

u ≥ 80% u terminu od 14 časova

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
11,9	7,1	4,1	3,0	3,0	2,1	1,6	1,6	2,1	4,6	9,4	13,6	64,1

Broj dana sa srednjom dnevnom vrednošću u ≤ 60%

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1,1	2,0	9,8	13,2	11,6	10,9	15,0	14,5	11,7	6,0	1,9	1,1	98,8

Broj dana sa srednjom dnevnom vrednošću u ≥ 90%

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
6,8	3,6	2,5	1,3	1,5	1,0	0,5	0,8	1,4	3,2	6,2	8,6	37,4

Broj dana sa srednjom dnevnom vrednošću u ≥ 95%

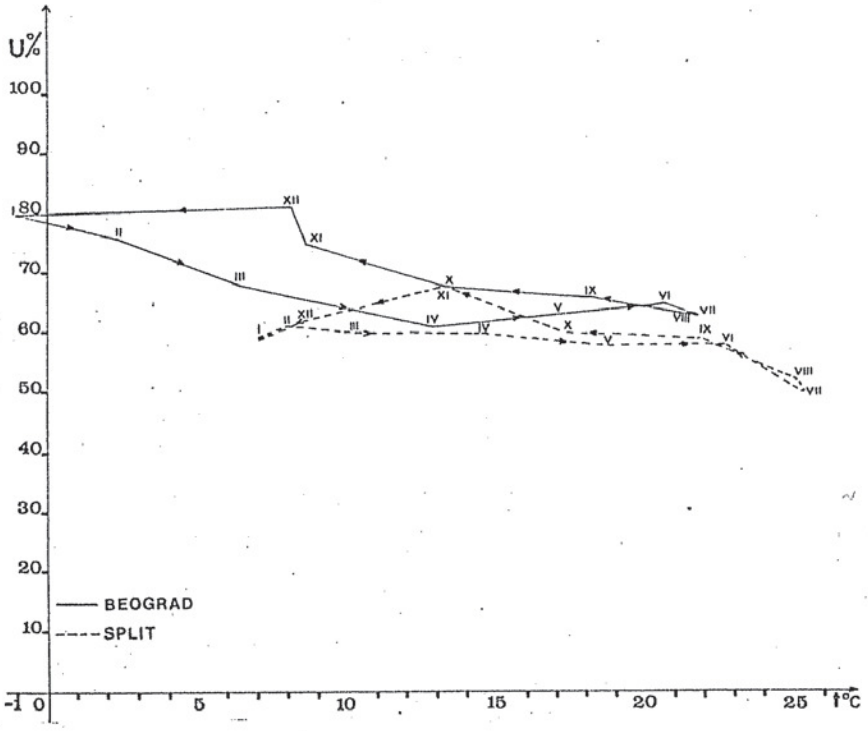
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
2,8	1,2	0,6	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	1,2	2,5	3,7	13,5

Srednji broj dana sa vrednostima relativne vlažnosti (u ≤ 30% , u ≤ 50%) dobija se kada se čestina pojave ovih vrednosti iz termina podeli brojem dana odgovarajućeg meseca.

Srednji broj dana sa vrednošću relativne vlažnosti u ≥ 80% u terminu od 14 časova dobija se kada se čestina pojave iz termina podeli brojem dana odgovarajućeg meseca.

Na isti način se dobijaju i srednji brojevi dana sa srednjim vrednostima relativne vlažnosti $\leq 60\%$, $\geq 90\%$ i $\geq 95\%$.

Godišnje vrednosti broja dana sa karakterističnim parametrima relativne vlažnosti dobijaju se kada se saberu mesečne vrednosti srednjeg broja dana sa ovim vrednostima. Poznato je da relativna vlažnost zavisi od temperature vazduha isto toliko koliko i od sadržine vodene pare u vazduhu, jer je pritisak zasićenosti vazduha funkcija temperature. Na osnovu toga se i pod relativnom vlažnošću podrazumeva kombinovani element koji spaja u sebi odredjeni parni pritisak sa odredjenom vazdušnom temperaturom. Zbog toga se i dešava da istoj relativnoj vlažnosti odgovaraju vrlo različite temperature sa različitim pritiskom vodene pare. U tom smislu i promene u godišnjem hodu relativne vlažnosti obično se prikazuju i analiziraju statistički skupa sa promenama temperature u godišnjem hodu. Grafički prikaz koji omogućava da se jasnije istakne i vizuelno uoči medjusobna veza ova dva elementa (temperature i relativne vlažnosti) naziva se klimogram. Karakterističan klimogram srednjih mesečnih temperatura i relativne vlažnosti za Split i Beograd prikazan je na slici 21.



Slika 21.- Klimogram srednjih mesečnih temperatura i relativne vlažnosti za Split i Beograd

Na osnovu podataka srednjih mesečnih temperatura i relativne vlažnosti Splita i Beograda, datih u Tabeli 37, a prikazanih grafički slikom 21, može se zaključiti da je godišnji hod relativne vlažnosti suprotan godišnjem hodu temperature vazduha.

Tabela 37. - Srednje mesečne temperature i srednja mesečna relativna vlažnost vazduha u Splitu i Beogradu od 1961. do 1970. godine

Meseci		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Beograd	t	-1,1	2,3	6,3	12,9	17,0	20,5	21,7	21,5	18,0	13,2	8,6	1,1	11,8
	u	80	76	68	61.	63	65	63	63	66	68	75	81	69
Split	t	7,0	7,9	10,2	14,5	18,7	22,7	25,3	25,0	21,8	17,3	13,3	8,5	16,0
	u	59	61	60	60	58	58	50	52	59	60	68	62	59

16. OBRADA OBLAČNOSTI

16.1. Osnovne karakteristike oblačnosti

Stepen pokrivenosti neba oblacima, visina oblaka i njihova razvijenost osnovni su faktori, radijacionog bilansa, te je prema tome statistička obrada oblačnosti vrlo značajna sa teorijskog gledišta. Uloga oblačnosti kao meteorološkog elementa dopunjuje se i ulogom oblačnosti kao faktora klime.

Velika oblačnost sprečava osunčavanje kao i izračivanje sa Zemljine površine, pa samim tim ublažava dnevno kolebanje temperature vazduha kao bitnog elementa klime. Pri potpuno vedrom nebu - nebu bez oblaka, uslovi su sasvim suprotni. Osunčavanje je mnogo izražajnije, a izračivanje Zemljine površine veće, pa su samim tim veća i dnevna kolebanja temperature vazduha. Medjutim, osim navedenog, karakteristike oblačnosti i njihovo statističko prikazivanje imaju poseban značaj i u vazdušnom saobraćaju. Oblačnost se osmatra na najvećem broju meteoroloških stanica u tri termina, 7, 14 i 21 časa po lokalnom vremenu, a takodje za potrebe posebnih vidova meteorologije i u 8 odnosno 24 termina (časovne vrednosti oblačnosti). Stepen pokrivenosti neba oblacima izražva se pretežno u desetinama, a za pojedine potrebe, kao što su analiza i prognoza vremena i vazduhoplovna meteorologija u osminama pokrivenosti neba.

Statistička obrada se prikazuje prema najvećem broju informacija koje se dobijaju iz mreže meteoroloških stanica, odnosno prema načinu osmatranja i merenja najvećeg broja informacija (meteoroloških podataka).

16.2. Srednja dnevna i mesečna oblačnost

Srednja dnevna oblačnost izračunava se kada se sabere oblačnost osmotrena ili odredjena u 7, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu, a zbir podeli sa 3. Ukoliko je nebo potpuno vedro, za oblačnost u rubrici "količina" upisujemo 0 - nulu. Ukoliko je nebo potpuno prekriveno oblacima, u rubrici obrasca za statističku obradu oblačnosti upisuje se 10 - deset, što znači da je količina oblačnosti deset desetina, ili pak, ako je za statističku obradu namenjenu potrebama analize i prognoze vremena, osam osmina. Srednja mesečna oblačnost izračunava se zbirom srednjih dnevnih oblačnosti i deljenjem brojem dana dotičnog meseca.

Tačnija vrednost za srednju mesečnu oblačnost dobija se ako se ista računa iz zbira terminskih osmatranja podeljenog brojem dana u mesecu (Tabela 38).

U konkretnom slučaju srednja mesečna oblačnost januara iznosi 7,5, a dobijena je zbirom (7,7 + 7,2 + 7,7) podeljenim sa 3.

Srednja mesečna oblačnost dobijena zbirom srednjih dnevnih oblačnosti, podeljenim brojem dana u mesecu, iznosi 7,6.

16.3. čestina broja vedrih, oblačnih i mutnih dana

Radi potpunijeg sagledavanja i detaljnijeg proučavanja režima oblačnosti, a posebno radi mogućnosti odredjivanja stabilnosti vedrog i mutnog vremena odredjuje se i statistička čestina broja vedrih, oblačnih i mutnih dana u toku dekade, meseca i godine, odnosno više godina. Pod pojmom vedar dan podrazumeva se svaki dan u kome je srednja dnevna oblačnost od 0 do 1,9 desetina, što znači svaki dan u kome je srednja dnevna oblačnost manja od 2/10 (<2) .

U Tabeli 38 takvih dana ima 3, a oni su vezani za 19 ,23. i 24. januar. Iz iste tabele vidi se da je mnogo veći broj oblačnih odnosno mutnih dana. Pod mutnim danom podrazumeva se dan u kome je srednja dnevna oblačnost veća od 8/10, tj. veća od 8. Ovih dana u Tabeli 38 ima 19,a oblačnih dana, tj. dana koji imaju srednju dnevnu oblačnost od 2/10 do 8/10, ima 9.

Stabilnost vedrog vremena odnosno mutnog vremena pomoću čestine broja vedrih i mutnih dana odredjuje se na sledeći način.

Iz perioda vremena za koje se odredjuje koeficijent

Tabela 38.- Srednja dnevna i mesečna oblačnost januara 1960. godine (u desetinama) za Bjelašnicu

Dan	7	14	21	Srednja dnevna
1.	10	1	10	7,0
2.	3	10	0	4,3
3.	10	10	10	10,0
4.	10	10	10	10,0
5.	10	10	10	10,0
6.	0	10	10	6,7
7.	10	10	10	10,0
8.	10	0	7	5,7
9.	10	10	10	10,0
10.	10	4	10	8,0
11.	4	10	10	8,0
12.	10	10	10	10,0
13.	10	10	10	10,0
14.	10	10	10	10,0
15.	10	10	10	10,0
16.	10	9	9	9,3
17.	9	10	10	9,7
18.	10	10	10	10,0
19.	0	0	1	0,3
20.	10	10	10	10,0
21.	10	1	3	4,7
22.	4	4	0	2,7
23.	0	1	0	0,3
24.	0	1	0	0,3
25.	10	2	10	7,3
26.	10	10	10	10,0
27.	10	10	10	10,0
28.	10	10	10	10,0
29.	10	10	10	10,0
30.	10	10	0	6,7
31.	0	1	10	3,7
$\bar{x}$	7,7	7,2	7,7	7,5

stabilnosti vedrog vremena (k) odredi se odnos izmedju čestine oblačnosti manje od 2/10 (n) i čestine vedrih dana, tj. dana gde je srednja dnevna oblačnost manja od 2/10 (m). Ovaj odnos, odnosno koeficijenat stabilnosti vedrog vremena može se prikazati u obliku formule date jednačinom 50:

$$k = \frac{n}{m} \cdot \qquad (50)$$

Koristeći podatke iz Tabele 38 za dobijanje koeficijenta stabilnosti vedrog vremena dobija se da se čestina oblačnosti manja od 2/10 u terminima pojavila 18 puta,što u procentima od ukupnog broja osmatranja (93) iznosi 19,3%.

Broj vedrih dana, u našoj tabeli, kao što je već napomenuto, iznosi 3, što u procentima od ukupnog broja dana (31) iznosi 9,7%. Prema ovim podacima koeficijenat stabilnosti vedrog vremena u januaru 1960. godine na Bjelašnici iznosi:

$$k = \frac{19,3}{9,7} ,$$

$$k = 1,91 \simeq 1,9 ,$$

gde k = 1,91 znači da je odnos čestine oblačnosti < 2/10 i broja vedrih dana veći od jedinice skoro za 100%, tj. da je bila vrlo velika nestabilnost vedrog vremena na Bjelašnici u januaru 1960. godine. Na istom primeru, tj. na istim podacima Tabele 38, biće izračunat koeficijenat stabilnosti mutnog vremena (k_1) na Bjelašnici u januaru 1960.godine. Čestina broja oblačnosti veća od 8/10 (n_1) po terminima iznosi 65, ili u procentima od mogućih 93 terminska osmatranja - 69,9%.

Čestina broja mutnih dana (m_1) iznosi 17 ili u procentima od mogućih 31 dan - 58,0%.

Ovaj odnos dat jednačinom 50 iznosi:

$$k_1 = \frac{69,9}{58,0} ,$$

$$k_1 = 1,2 .$$

Vrednost koeficijenta stabilnosti mutnog vremena od 1,2 znači da je stabilnost mutnog vremena na Bjelašnici u januaru 1960. godine bila vrlo velika. Ovaj je odnos vrlo blizu jedinici, a ona predstavlja najveću moguću stabilnost bilo mutnog ili vedrog vremena.

16.4. Srednja godišnja i normalna količina oblačnosti

Srednja godišnja količina oblačnosti se dobija kada se saberu srednje mesečne oblačnosti te godine i zbir podeli sa 12. Srednje mesečne i godišnje količine oblačnosti za Bjelašnicu(H_s = 2 067 m), Ljubljanu

(Hs = 298 m) i Crikvenicu (Hs = 2 m) za period od 1925.do 1940. godine date su u Tabeli 39.

Normalne količine oblačnosti dobijaju se kada se saberu srednje dnevne ili srednje mesečne odnosno srednje godišnje vrednosti oblačnosti za period od 30 i više godina i podele brojem sabiraka.

Tabela 39.- Srednje mesečne i godišnje količine oblačnosti za period od 1925. do 1940. godine

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Bjelašnica	7,1	7,1	7,6	7,5	7,6	6,2	5,0	5,2	5,9	6,5	7,1	7,6	6,7
Ljubljana	8,1	6,5	6,8	7,0	7,0	6,0	5,1	5,4	6,3	7,2	8,4	8,4	6,8
Crikvenica	6,0	5,5	5,9	6,1	6,2	4,8	3,6	3,7	4,9	5,8	6,6	6,4	5,4

Da bi smo upotpunili statističko proučavanje režima oblačnosti upoznaćemo se sa još nekim karakteristikama oblačnosti i iste predstaviti odnosno interpretirati vrednostima datim Tabelom 39. Za sagledavanje realne slike o apsolutnoj oblačnosti potrebno je mesečne količine oblačnosti izraziti u procentima godišnje količine oblačnosti - relativne oblačnosti. Ovo omogućava uporedjenja oblačnosti iz raznih klimatskih područja i raznih nadmorskih visina isto kao i za temperaturu (relativnu temperaturu). Ovaj odnos mesečne količine oblačnosti prema godišnjoj oblačnosti naziva se nefički kvocijent (q) i izražava se u procentima. Relativna oblačnost izračunata na osnovu podataka iz Tabele 39 data je u Tabeli 39a.

Podaci iz Tabele 39a daju mogućnost neposrednog upoređenja mesečnih vrednosti oblačnosti i za tako različita mesta po nadmorskoj visini, odnosno klimatskoj oblasti, kao što su Bjelašnica i Crikvenica, odnosno Ljubljana i Crikvenica.

Tabela 39a.- Relativna oblačnost izračunata na osnovu stvarne oblačnosti date Tabelom 39

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bjelašnica	106	106	113	112	113	92	75	78	88	97	106	113
Ljubljana	119	96	100	103	103	88	75	79	93	106	124	124
Crikvenica	111	102	109	113	115	89	67	68	91	107	122	118

17. OBRADA MAGLE

U meteorološke elemente koji se procenjuju a ne mere spada i magla. Iz tih razloga obrada ovog značajnog meteorološkog elementa, odnosno ove značajne pojave ne može biti izvedena sa velikom sigurnošću posebno za sve vidove saobraćaja kao obrada temperature ili drugih kontinuiranih elemenata. Značaj magle za poljoprivredu i već napomenuti značaj za saobraćaj nameće potrebu statističke obrade magle u što detaljnijim oblicima, kako bi njena analiza imala potpuniju primenu.

Kao meteorološka pojava, magla je jedan od klimatskih faktora koji uslovljava klimu neke oblasti. Horizontalna raspodela magle zavisi pretežno od geografske širine. Ta zavisnost se ogleda u tome što se povećanjem geografske širine povećava i čestina pojave magle, tako da na polovima dostigne maksimum, a takodje raste i njena intenzivnost, tj. magle postaju sve gušće. Prema manjim geografskim širinama čestina pojave magle se smanjuje, tako da je minimum pojave čestine magle u blizini ekvatora.

U prilog značaju statističkog proučavanja i obrade magle potrebno je istaći da magla kao pojava u toku dana sprečava osunčavanje, a preko noći, pri tihom vremenu, sprečava terestrijsko (Zemljino) izračivanje, pa samim tim ima zagrevajuće dejstvo.

Magla je po medjunarodnom meteorološkom ključu pojava koja se definiše kao količina vodenih kapljica u prizemnom sloju vazduha, koja uslovljava vidljivost manju od 1 000 metara. Po svom intenzitetu za statističku obradu, klasificirana je kao magla slabog intenziteta sa oznakom "0" (što znači magla slabe gustine), magla umerenog intenziteta sa oznakom "1" (što znači magla umerene gustine) i na kraju magla jakog intenziteta sa oznakom "2"(što znači magla velike gustine). Da bi pokazao koliko magla može da bude "gusta", a i prepreka, svim ljudskim delatnostima, posebno saobraćaju, akademik profesor Pavle Vujević navodi u svom udžbeniku "Klimatološka statistika":"Ogromnu količinu vlažnosti u sebi imala je nesumnjivo magla u Parizu od 16. decembra 1905, koja je imala visinu od 400 metara i koja je bila toliko gusta da se otprilike do podneva upotrebljavala veštačka svetlost".

17.1. Osnovne statističke karakteristike koje se izračunavaju za maglu

Osnovne statističke karakteristike, koje pružaju mogućnost detaljnije analize magle kao pojave, jesu sledeće:

- prosečan broj dana sa maglom različitih stepena gustine (0,1,2),
- verovatnoća pojave magle, koja se odredjuje kao što je navedeno u Paragrafu 10,

- prosečno trajanje magle u danima sa maglom za odredjen period vremena, izraženo u časovima,

- broj čestina pojave magle u danu, mesecu, godini i više godina.

Tabela 40.- Srednja mesečna i godišnja čestina broja dana sa maglom (raznog intenziteta) za navedena mesta u periodu od 1949. do 1956. godine.

Mesec / Mesto	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Ljubljana	17,7	14,8	8,5	6,3	8,0	6,7	9,5	15,3	18,9	16,8	14,1	19,5	156,1
Sarajevo	15,6	11,9	10,2	6,0	1,7	1,1	1,2	1,4	4.4	12,6	12,6	17,9	96,6
Skoplje	14,1	10,2	4,0	1,4	2,0	1,3	0,3	0,4	3,1	11,1	11,7	15,4	75,0

Srednje mesečne čestine broja dana sa maglom (Tabela 40) odredjuju se kada se ukupan zbir čestina magle po mesecima podeli dužinom perioda osmatranja, tj. sa 10 godina. Zbir srednjih mesečnih čestina daje srednju godišnju čestinu za desetogodišnji period.

Pod pojmom dan sa maglom podrazumeva se svaki dan u kome se magla kao pojava javlja, bez obzira na njeno trajanje i intenzitet. Kad se govori o čestini magle u danu, mesecu ili godini, podrazumeva se broj pojava magle u danu, mesecu ili godini. To je znači apsolutna čestina pojave magle u periodu za koji se želi ista odrediti.

Verovatnoća pojave dana sa maglom izračunava se kao odnos broja dana sa maglom i mogućeg broja dana pojave magle izražena u procentima, odnosno u desetim od jednog celog.

Prosečna verovatnoća pojave magle za Ljubljanu na osnovu podataka iz Tabele 40 iznosi:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
%	57	53	27	21	26	22	31	49	63	54	47	63

Najveća prosečna verovatnoća pojave dana sa maglom u Ljubljani je u septembru i decembru i iznosi 63%. Ova se verovatnoća može tumačiti i tako da od svakih 10 dana septembra i decembra u Ljubljani postoji mogućnost da 6 budu sa maglom.

Prosečno trajanje (D) magle u danima sa maglom izraženo u časovima odredjuje se na osnovu formule u jednačini 51:

$$D = \left[\left(\frac{r}{n}\right)N\right] : d. \qquad (51)$$

Odnos $\frac{r}{n}$ označava apsolutnu verovatnoću pojave magle, gde je "r" broj magli ili čestina magle zabeležena u nekom mesecu pri terminskim osmatranjima (7, 14 i 21 čas) po lokalnom vremenu.

Broj termina u mesecu predstavljen je simbolom "n". To znači da n može da ima vrednost 93 (31 . 3), 90 (30 . 3), 84 (28 . 3) i, ako je prestupna godina, za februar 87 (29 . 3). Simbol "N" označava ukupan broj časova u mesecu za koji se izračunava prosečno trajanje magle u danima sa maglom.

Dan sa maglom, po definiciji navedenoj u ovom paragrafu, predstavljen je simbolom "d".

Navešćemo primer izračunavanja prosečnog trajanja magle u časovima u Ljubljani decembra 1958. godine.

Broj magli (r) zabeležen u decembru 1958. godine pri osmatranjima u klimatološkim terminima (7, 14, i 21) iznosio je 30.

Broj termina osmatranja, ako se u svakom danu osmatra u tri termina, iznosi za decembar 93. Znači n = 93.

Broj časova u decembru (N) je 31 . 24 = 744 časa.

Broj dana sa pojavom magle (d) iznosio je 16.

Primenom formule iz jednačine 51 dobija se da je:

$$D = \left[\left(\frac{30}{93}\right) . 744 \right] : 16,$$

$$D = (0{,}32 . 744):16,$$
$$D = 238{,}1:16,$$
$$D = 14{,}9 \text{ časova.}$$

Iz prethodnog primera vidi se da su decembarske magle u danima sa maglom u Ljubljani 1958. godine bile prilično dugotrajne, odnosno postojane.

Prosečno trajanje magle u danima sa maglom, kao i verovatnoća pojave magle sa ostalim njenim statističkim karakteristikama prikazanim u ovom paragrafu, čine značajan osnov bezbednosti svih vidova saobraćaja.

18. OBRADA PADAVINA

18.1. Osnovni pojmovi o padavinama

Atmosferske padavine spadaju u najznačajnije klimatske karakteristike, i njihovo poznavanje je neophodno za praktične potrebe. Pod padavinama se podrazumevaju količine vode koje nastaju kondenzacijom vodene pare u atmosferi i izluče se iz oblaka u obliku kiše, snega, susnežice i grada. Pod širim pojmom padavina obuhvaćena je i ona količina vode koja nastaje od pojava koje se formiraju pri tlu, kao što su: rosa, magla, inje itd.

Padavine i temperatura vazduha su najvažniji klimatski elementi, pa prema tome statistička obrada godišnjih suma padavina i njihova raspodela po godišnjim dobima i mesecima glavna je klimatska karakteristika neke oblasti.

Sume padavina izražavaju se milimetrima (sa jednom decimalom) visine taloga koja je očitana odnosno izmerena.

Jedan milimetar visine padavina, pročitan ili izmeren u napravi za njeno merenje, isto je što i 1 litar padavina ravnomerno raspoređen na 1 m^2 površine tla.

Padavine se ne izražavaju srednjim vrednostima u toku jednog dana, jednog meseca ili jedne godine, kao niz drugih kontinuiranih meteoroloških elemenata, već sumama u tim vremenskim jedinicama. Ukoliko posedujemo duži niz osmatranja odnosno merenja padavina, iz tih višegodišnjih suma izračunava se prosečna suma visine padavina za određene vremenske jedinice, kao što su dan, pentada, dekada, mesec, godišnje doba, vegetacioni period, godina itd.

Najvažnije osnovne karakteristike padavina dobijene primenom statističkih metoda su:

- čestina padavinskih dana,
- srednja mesečna i godišnja suma padavina,
- maksimalne visine padavina za vremenske jedinice,
- čestina određene karakteristične visine padavina,
- intenzitet padavina,
- verovatnoća padavina,
- trajanje padavina,
- srednje i najduže trajanje perioda kiše i suše.

Osim ovih karakteristika padavinskog režima, u daljem izlaganju ćemo se upoznati i sa drugim karakteristikama padavina koje pružaju

mogućnost detaljnijeg poznavanja režima padavina i njegove analize.

18.2. Čestina padavinskih dana

Pod padavinskim danom podrazumeva se onaj dan u kome je palo 0,1 mm i više padavina ($\geq$ 0,1 mm). Ova donja granica (0,1 mm), koja uslovljava naziv padavinski dan, različita je u mnogim zemljama. Nije ustanovljena medjunarodna meteorološka granična vrednost, tako da ima zemalja u kojima je 0,5 mm, a i onih koje pod tim danom podrazumevaju svaki dan u kome je palo 1,0 mm, i više padavina. Padavinski dan se može definisati i kao kišni dan ili dan sa merljivom količinom kiše koja je pala u toku 24 časa, bez obzira na prekide u toku tog dana i bez obzira na intenzitet padanja. Pojam padavinskog i kišnog dana je suštinski isti, jer se i padavine u čvrstom stanju, kao sneg, susnežica, grad, sugradica itd., mere kao voda koja je pala.

Čestina broja padavinskih dana u nekom periodu, a posebno vegetacionom mnogo je značajnija od ukupne sume padavina u tom periodu. Za razvoj vegetacije je mnogo povoljnija čestina ravnomerno rasporedjenih padavinskih dana nego neravnomerno rasporedjenih padavina u tom periodu.

Čestina broja padavinskih dana sa sumama padavina prikazana je, za april od 1955. do 1962. godine u Somboru, u Tabeli 41.

Analizom čestina padavinskih dana vidi se da su brojne vrednosti tih čestina u aprilu skoro iste iz godine u godinu. Izuzetak čini april 1960.godine, gde je najveća čestina padavinskih dana, a najmanja suma padavina. Ovo ide u prilog saznanju da čestina padavinskih dana u nekom periodu i suma padavina u istom periodu ne moraju biti u srazmeri, a ovaj primer pokazuje i to da najmanju sumu može da čini najveća čestina padavinskih dana za koje se može reći da su u tom mesecu (početak vegetacionog perioda) ravnomerno rasporedjeni, odnosno da je ta najmanja mesečna suma ravnomerno rasporedjena po danima.

Prosečan broj padavinskih dana izračunava se kada se saberu čestine padavinskih dana aprila svake godine i zbir podeli brojem godina. U našem primeru (Tabela 41) prosečan broj padavinskih dana iznosi 12,4, a dobijen je zbirom čestine padavinskih dana aprila i deobom brojem godina od 1955. do 1962. tj. sa 8. Prosečna vrednost padavinskih dana daje se na jednu decimalu, a prosečna mesečna suma padavina, koja u našem primeru iznosi 48,0 mm, takodje se daje na jednu decimalu.

18.3. Srednje mesečne i godišnja suma padavina

Mesečna suma padavina dobija se zbirom dnevnih visina padavina. Zbir mesečnih suma padavina za više godina podeljen brojem godina da-

Tabela 41 - Čestina padavinskih dana sa mesečnom sumom u Somboru za april od 1955.do 1962.godine

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	Čestina pad.dana	Σ
13,0				1,9	1,0			0,2	8,6		2,6	11,0		1,4	1,2	20,3	8,2	0,9	4,3											13	74,6
	2,7			1,5	1,4	0,4			0,5									0,6				12,6	4,8		0,8		3,7		1,1	11	30,1
							0,6	3,4		0,8	8,7	7,0	0,1	5,6					0,1		16,3	0,4		1,4					11	44,4
28,8				5,1	4,7	4,7								3,3	11,5	0,6					0,1						2,1	2,7		10	63,6
7,3	0,5						11,2		0,1	1,4							2,7	6,1	3,3			0,4		2,8					10	35,8
1,3	0,2	5,8	0,1	0,1					1,5	7,2	0,1			0,2			0,3	2,9	1,9			0,1	0,9		0,1	0,4	1,8	1,3	18	26,2
3,6		0,5	1,4					0,1							0,5	6,9	6,6	31,7	0,1				9,4	0,7	0,1	5,0		8,6	14	72,2
8,6	0,2			1,7	3,9	5,2				1,6	5,6	0,6	3,0												1,0	6,0	0,1		12	37,5
																													12,4	48,0

je srednju mesečnu sumu padavina. Primer dat u Tabeli 42 pokazuje način izračunavanja srednje mesečne sume padavina.

Iz primera se vidi da se na osnovu suma padavina oktobra meseca (zaokruženih na cele brojeve - milimetre) za period od 1925.do 1960 (16 godina) dobila srednja suma padavina tog meseca za taj period, i ona iznosi 145,7 mm.

Pri statističkoj obradi mesečnih suma padavina i njihovoj analizi potrebno je znati i druge parametre padavina koji čine mesečne sume. Tu se prvenstveno misli na srednju dnevnu sumu padavina, srednji dnevni maksimum padavina i apsolutni dnevni maksimum padavina.

Srednja dnevna suma padavina izračunava se za duži niz godina(≥20 godina) na taj način što se za isti dan u godini, na primer za 10.januar, saberu sve dnevne visine padavina 10. januara i zbir podeli brojem godina (ne brojem sabiraka). Srednja dnevna suma padavina za 10. januar u Beogradu za period od 1949.do 1971. godine iznosi 1,5 mm (Tabela 43).

Srednji dnevni maksimum sume padavina izračunava se takodje za duži nih godina (≥20 godina) na taj način što se izdvoje maksimalne dnevne visine padavina za jedan isti mesec, a za čitav niz godina osmatranja. Zbirom ovih izdvojenih maksimalnih vrednosti padavina podeljenih brojem osmat-

ranja dobija se srednji dnevni maksimum padavina za taj mesec.

Tabela 42.- Oktobarske sume padavina za Bjelašnicu u periodu 1925. do 1940. godine

Godina	Suma
1925.	195
1926.	568
1927.	131
1928.	166
1929.	61
1930.	141
1931.	126
1932.	44
1933.	173
1934.	105
1935.	131
1936.	57
1937.	181
1938.	85
1939.	103
1940.	64
$\bar{X}$	145,7 ≃ 146

Način izračunavanja tih maksimalnih dnevnih vrednosti padavina prikazan je takodje na primeru (Tabela 44) za Beograd, za januar mesec od 1949. do 1971. godine.

Primenjujući postupak izračunavanja srednjih dnevnih maksimuma suma padavina dobija se da je srednji dnevni maksimum sume padavina za Beograd u januaru za navedeni period 14,4 mm.

Apsolutni dnevni maksimum padavina dobija se kada se za jedan isti mesec, a za duži niz godina ($\geq$ 20 godina) osmatranja, izdvoji najveća dnevna visina padavina.

Apsolutni dnevni maksimumi padavina dobijeni na ovaj način po mesecima za Kragujevac u periodu od 1925. do 1940. i od 1948. do 1973. godine su prikazani Tabelom 45.

Iz Tabele 45 vidi se da je apsolutni dnevni godišnji maksimum padavina zabeležen u maju i iznosi 81,7 mm. Ta vrednost padavina zabeležena je 15. maja 1929. godine.

Tabela 43.- Dnevna suma padavina 10. januara u Beogradu za period od 1949. do 1971. godine

1949.	1950.	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.
0,3	.	.	.	5,6	1,1	5,8	0,0	.	.	4,0	4,6	0,0	.	0,0

1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.	1970.	1971.
.	0,3	0,5	11,4	0,5	.	.	1,1

Tabela 44.- Maksimalne dnevne visine padavina januara od 1949. do 1971.godine u Beogradu

1949.	1950.	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.
23,9	5,8	13,6	18,3	8,4	20,1	9,0	17,6	9,1	22,7	28,5	12,9	6,9	15,0	15,7

1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.	1970.	1971.
1,4	17,6	18,7	13,2	13,1	12,3	11,8	10,9

Tabela 45.- Apsolutni dnevni maksimumi padavina po mesecima u Kragujevcu za period od 1925. do 1940. i od 1948. do 1973. godine

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
37,1	26,4	68,7	41,9	81,7	58,1	65,8	57,3	38,0	54,6	44,6	24,4

18.3.1. Godišnje sume padavina

Godišnja suma padavina jeste ukupna visina vode koja se izluči iz atmosfere (u obliku kiše ili snega i ostalih navedenih pojava koje čine padavine) na Zemljinu površinu u toku 12 meseci. Godišnja suma padavina dobija se zbirom dvanaest mesečnih suma padavina.

Srednja godišnja suma padavina dobija se zbirom godišnjih suma padavina za period ≥ 5 godina i < 30 godina i deljenjem brojem godina.

Normalna mesečna i godišnja suma padavina dobija se za niz od 30 godina ili veći (≥ 30 godina) zbirom mesečnih (istog meseca) odnosno godišnjih suma padavina i deljenjem brojem godina.

Pri izračunavanju srednje sume padavina i uporedjenju sa drugim nizovima padavina (istog perioda), potrebno je uzimati za svaku vremensku jedinicu što duži niz merenja padavina iz više razloga, a prvenstveno zbog velike promenljivosti padavina u prostoru i vremenu i njihove zavisnosti od lokalnih uslova.

Poznato je da je poljoprivredna delatnost u velikoj meri uslovljena raspodelom godišnje sume padavina po mesecima, pri pretpostavci da su povoljne temperaturne prilike. Zbog toga je za detaljnu analizu godišnjih suma padavina, odnosno za njihovu primenu u poljoprivredi i drugim privrednim delatnostima kao i za naučne i istraživačke ciljeve, potrebno je prikazati još nekoliko statističkih metoda odnosno nekoliko statistički izračunatih veličina padavina koje karakterišu godišnji hod odnosno godišnju sumu padavina. Već je napomenuto da je vrlo važna ravnomerna raspodela padavina u toku meseca (naro-

čito pojedinih meseci iz vegetacionog perioda), a samim tim još je važnija raspodela padavina u toku godine.

Veličina koja nam pokazuje ravnomernost ili neravnomernost padavina u toku godine po mesecima naziva se relativno godišnje kolebanje padavina (R_g) i izražava se u procentima.

Relativno godišnje kolebanje padavina izraženo formulom dato je u jednačini 52, koja glasi:

$$R_g = \frac{R_x - R_n}{R} \cdot 100\%, \qquad (52)$$

gde R_x označava mesec sa najvećom sumom padavina u toku godine, R_n mesec sa najmanjom sumom, a R godišnju sumu padavina. Ukoliko je raspodela padavina u toku godine potpuno ravnomerna po mesecima, relativno godišnje kolebanje je ravno nuli. Veličina relativnog godišnjeg kolebanja je mera za ravnomernost odnosno neravnomernost padavina po mesecima. Ta se mera odražava tako što veća, procentualno izražena, vrednost relativnog kolebanja predstavlja i veću neravnomernost raspodele padavina po mesecima u toku godine. Mala procentualna vrednost relativnog kolebanja označava veću ravnomernost raspodele padavina po mesecima u toku godine.

Primer relativnog godišnjeg kolebanja padavina i njegove analize dat je za Zagreb-Grič Tabelom 46. Iz tabele vidimo prilično dobru ravnomernost raspodele padavina u pojedinim godinama, kao na primer 1960.godine, gde R_g iznosi 9%, ili 1955.odnosno 1958. godine, gde R_g iznosi 10%. Veća neravnomernost raspodele padavina po mesecima javlja se 1956.godine, gde R_g iznosi 21%, a takodje i 1959. godine sa 19%.

Za ovaj 10-godišnji period raspodele padavina po mesecima može se reći da je relativno kolebanje zadovoljavajuće sa prosečnom vrednošću od 15% (14,8%). Radi uporedjenja u smislu veličine ravnomernosti i neravnomernosti raspodele padavina po mesecima, nije suvišno istaći da u srednjem delu Sahare za jednu godinu sa sumom padavina od 316 mm, gde su uračunati meseci bez padavina (januar,februar,novembar i decembar),relativno kolebanje iznosi 37%.

Na Havajskim ostrvima, uzimajući takodje jednu godinu u obzir, relativno kolebanje iznosi 5%.

Poznavanje relativnog godišnjeg kolebanja padavina služi, osim napred navedenog, i kao mera stepena kontinentalnosti nekog mesta. Naime, ovo kolebanje pokazuje da li je neko mesto pod uticajem kontinentalnog padavinskog (pluviometrijskog) režima ili pak pod uticajem maritimnog padavinskog režima - što znači odredjivanje klimatske oblasti kojoj to mesto pripada.

Tabela 46.- Relativno godišnje kolebanje padavina za Zagreb-Grič u periodu od 1951. do 1960.godine

Mesec / Gogidna	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnja suma	R_g%
1951.	85	52	88	49	89	115	187	13	132	24	83	55	972	18
1952.	107	46	25	18	33	27	22	50	85	142	70	135	760	16
1953.	69	46	4	48	100	131	80	90	95	28	18	35	744	17
1954.	35	29	85	75	146	146	87	82	149	39	54	63	990	12
1955.	37	93	124	27	126	108	114	129	76	116	73	43	1066	10
1956.	35	52	21	102	75	170	31	73	8	69	84	39	759	21
1957.	46	61	16	82	139	23	101	80	58	65	23	48	742	16
1958.	62	53	50	55	55	119	35	61	85	68	99	75	817	10
1959.	83	12	46	67	87	237	151	119	66	32	50	186	1136	19
1960.	75	53	59	78	47	53	72	72	111	123	105	86	963	9
$\bar{X}$	63,4	49,7	51,8	60,1	89,7	112,9	92,9	76,9	86,5	70,6	65,9	76,5	895,0	14,8

Pri analizi godišnjeg hoda padavina mogu se samo uporedjivati meseci iste dužine. Mesečne sume padavina, čiji zbir čini godišnju sumu padavina, ne mogu se uporedjivati medju sobom iz razloga nejednake dužine pojedinih meseci. Da bi se stvorila realna mogućnost njihovog uporedjivanja u godišnjem hodu padavina, potrebno je reducirati (smanjiti)odnosno povećati pojedine mesece po dužini trajanja i dovesti ih na istu dužinu, tj. na isti broj dana. Ako se meseci koji imaju 31 dan označe kao 100%, a procentualna vrednost traži za mesec koji ima 28 dana, upravnom proporcijom se dobija za februar da ima 90,3%, odnosno da je "kraći" za oko 10%. Postoje dve metode koje izravnjavaju sve mesece na zajedničku dužinu. Prva metoda sastoji se u tome da se svi meseci svedu na zajedničku srednju dužinu od 30 dana. Tada se suma padavina za mesec februar (koji ima 28 dana) množi sa 1,062, a suma padavina za mesece koji imaju 31 dan sa 0,968.

Druga metoda sastoji se u tome da se prosečno trajanje godine od 365,25 dana podeli sa 12 i dobije se za sve mesece ista dužina od 30,44 dana. Da bi se stvarna dužina meseca svela na ovu srednju od 30,44 dana, množi se suma padavina za februar sa 1,077, za mesece od 30 dana sa 1,015, a za mesece od 31 dan sa 0,982.

Kako izgleda raspored mesečnih suma, sveden na ovaj način, vidi se na primeru godišnjeg hoda padavina u Skoplju (Tabela 47).

Ova svodjenja u obradi godišnjeg hoda padavina su potrebna jer je nemoguće uporedjivati sumu padavina u februaru koji ima 28 dana sa

sumom padavina u martu koji ima 31 dan. Može se desiti da upravo 29,30. i 31. marta padnu padavine koje su veće od ukupnih padavina marta ako bi imao 28 dana, ili februara koji ima 28 dana.

Tabela 47.- Mesečne i godišnja suma padavina u Skoplju za period od 1925. do 1940.godine

a. Srednja mesečna suma padavina za stvarnu dužinu meseci:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
35	27	33	42	57	42	22	25	29	60	41	64	477

b. Srednja mesečna suma padavina svedena na mesece istog trajanja od po 30 dana:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
34	29	32	42	55	42	21	24	29	58	41	62	469

c. Srednja mesečna suma padavina svedena na mesece sa trajanjem od 30,44 dana:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
34	29	32	43	56	43	22	25	29	59	42	63	477

Godišnji hod padavina se može prikazati i pomoću srednjih mesečnih vrednosti padavina izraženih u promilima. Prikazivanjem godišnjeg hoda padavina pomoću promila postiže se veća preglednost jer je relativna raspodela (u promilima ili procentima) godišnje sume padavina u većim oblastima sa istim klimatskim obeležjima vrlo ravnomerna i pri veoma različitim stvarnim godišnjim sumama padavina.

Način prikazivanja i navedena osobina relativne raspodele padavina može se uočiti na primeru podataka meteoroloških stanica sa jednog dela teritorije SR Srbije, datim Tabelom 48.

Iz stvarne raspodele padavina vidi se da su sume padavina veće u toplijoj polovini godine nego u hladnijoj. Ovo je odlika kontinentalnog padavinskog režima.

U toplijoj polovini godine (IV-IX) sume padavina iznose za:

Kragujevac 365 mm
Loznicu 454 mm

Šabac 347 mm
Valjevo 432 mm.

U hladnijoj polovini godine (X-III) sume padavina iznose za:

Kragujevac 255 mm
Loznicu 362 mm
Šabac 320 mm
Valjevo 325 mm.

Tabela 48.- Stvarna i relativna raspodela padavina po mesecima za 10-godišnji period (od 1961. do 1970.godine) navedenih meteoroloških stanica

Meseci / Stanice	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
	- stvarne vrednosti u mm -												
Kragujevac	44	39	42	52	78	81	73	43	38	26	46	58	620
Loznica	53	53	63	66	85	82	87	71	63	34	73	86	816
Šabac	52	49	50	45	72	62	75	42	51	25	61	83	667
Valjevo	47	51	60	62	86	88	87	51	58	35	56	76	757
	- relativne vrednosti u ‰ -												
Kragujevac	71	63	68	84	126	130	118	69	62	42	74	93	1 000
Loznica	65	65	77	81	104	101	106	87	77	42	89	105	1 000
Šabac	78	74	75	67	108	93	112	63	76	38	92	124	1 000
Valjevo	62	67	79	82	114	116	115	67	77	46	74	101	1 000

Osim ove razlike (hladnija - toplija polovina godine), postoji i razlika u sumi padavina istog meseca za navedena mesta.

Ta razlika stvarnih suma padavina, izražena u milimetrima po mesecima, iznosi:

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
mm	9	14	21	21	14	26	14	29	25	10	27	28	196

Razlika relativnih vrednosti, izražena u promilima, kreće se od 8‰ do 37‰ , što pokazuju sledeće vrednosti:

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
‰	16	11	11	17	22	37	12	24	15	8	18	31

Na osnovu ovih uporedjenja dolazi se do zaključka da je uporedjivanje padavinskih režima iz raznih mesta jedne oblasti, ili čak raznih oblasti, mnogo povoljnije kada se uporedjuju relativne sume nego stvarne sume padavina. Na osnovu navedenog primera može se takodje zaključiti da razna mesta u istom mesecu imaju postojanije relativne vrednosti padavina od stvarnih vrednosti. Prosečna vrednost stvarnih razlika suma padavina iznosi 19,8 mm, a prosečna vrednost relativnih suma 18,5 ‰.

Postojeće rezlike, u istom mesecu, za vrednosti u promilima, u našem primeru, isključivo su posledica lokalnih uticaja na svaku stanicu ponaosob, a prvenstveno uticaja reljefa zemljišta. Relativne vrednosti padavina pružaju mogućnost i da se odredi koliko od godišnje sume padavina dolazi na koje godišnje doba.

Na osnovu podataka za navedena mesta u Srbiji (Tabela 48), raspored padavina, u promilima, po godišnjim dobima iznosi:

	Zima (I-III)	Proleće (IV-VI)	Leto(VII-IX)	Jesen(X-XII)
‰	211	301	258	230

Po podacima se vidi da skoro 1/3 od godišnje sume padavina pripada proleću, odnosno mesecima aprilu, maju i junu, a nešto više od 1/5 godišnje sume zimskim mesecima.

18.4. Maksimalne mesečne i godišnje sume padavina

Maksimalne mesečne i godišnje sume padavina predstavljaju poseban parametar padavina koji pruža mogućnost detaljnijeg sagledavanja i realnije karakteristike klimatskih prilika nekog mesta. Na osnovu tih vrednosti može se odrediti kvocijent (koeficijent) kolebanja, koji pruža mogućnost saznanja o stepenu postojanosti mesečnih i godišnjih padavina u dugogodišnjem nizu njihovih osmatranja i merenja. Način odredjivanja maksimalnih mesečnih i godišnjih suma padavina prikazan je analizom podataka padavina u Sarajevu (Tabela 49).

Kvocijent kolebanja, koji je odnos godine sa najvećom sumom padavina i godine sa najmanjom sumom padavina, za Sarajevo iznosi

$$\frac{1\,471}{639} = 2{,}3.$$

Godina sa najvećom sumom padavina u Sarajevu za navedeni period (1890-1960) bila je 1915, a godina sa najmanjom sumom padavina 1894.

Vrednost kvocijenta od 2,3 pokazuje da su godišnje sume padavina u Sarajevu postojane i da je njegovo ekstremno godišnje kolebanje

Tabela 49.- Godišnje sume padavina u Sarajevu za period od 1890. do 1960. godine

Godina	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1890.	725	711	1 113	1 115	639	995	733	1 010	740	1 016
1900.	1 183	1 064	1 082	795	764	914	1 011	855	816	927
1910.	1 155	812	954	1 346	828	1 471	976	800	740	1 166
1920.	706	773	976	656	722	877	828	676	646	1 068
1930.	802	985	818	1 002	923	822	990	1 309	824	991
1940.	1 215	1 108	813	883	1 111	803	708	892	810	900
1950.	726	821	1 020	660	898	1 185	767	793	976	1 159
1960.	835									

godišnjih suma padavina malo u odnosu na ekstremna godišnja kolebanja godišnjih suma padavina u drugim klimatskim oblastima, odnosno drugim padavinskim režimima. Radi uporedjenja dato je i ekstremno godišnje kolebanje godišnjih suma padavina, odnosno kvocijent kolebanja, za Beograd u istom periodu, koji iznosi 2,8, i to kao odnos godine sa najvećom sumom padavina 927 mm (1954.godine) i najmanjom sumom padavina 327 mm (1907.godine). Za Crkvice (Boka Kotorska) i Crikvenicu ovaj odnos iznosi 3,0 - maritimni padavinski režim. Pojam ekstremnog kolebanja godišnjih suma padavina ne sme se mešati sa pojmom godišnjeg kolebanja padavina. Godišnje kolebanje padavina je razlika izmedju meseca sa najvećom i meseca sa najmanjom sumom padavina.

Apsolutno mesečno kolebanje padavina jeste razlika izmedju maksimalne i minimalne sume padavina za jedan isti mesec u nekom nizu godina. Apsolutno mesečno kolebanje padavina januara u Sarajevu za period od 1890. do 1960. godine iznosi 195 mm, izračunato kao razlika januara sa najvećom sumom padavina (196 mm, 1900. godine) i januara sa najmanjom sumom padavina (1 mm 1928. godine).

Mesečne sume padavina za januar u Sarajevu prikazane su Tabelom 50. Interesantno je napomenuti da u istom mesecu i periodu ovo kolebanje u Beogradu i Zagrebu-Griču iznosi 76 mm, odnosno 135 mm. Srednja suma padavina januara za Sarajevo iznosi 65,2 mm, odnosno zaokružena na ceo broj iznosi 65 mm. Ova srednja suma je dobijena zbirom mesečnih suma podeljenim brojem godina, odnosno sa 71.

Srednja godišnja suma padavina za Sarajevo (Tabela 49) iznosi 914,3 mm, odnosno 914 mm. Srednja godišnja suma je dobijena zbirom godišnjih suma podeljenim brojem sabiraka (71). Srednja januarska suma padavina kao i srednja godišnja suma, izračunata po podacima Tabela 49 i 50, može se nazvati i normalnim sumama padavina za januar, odnosno godinu u Sarajevu. Ovo

iz razloga što su te sume računate za dugi niz (≥ 30 godina) i što su ostali uslovi koje zahteva normalnost u meteorološkom smislu ispunjeni.

Tabela 50.- Mesečne sume padavina januara u Sarajevu za period od 1890. do 1960.godine

Januar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1890.	27	81	117	81	19	138	30	97	14	61
1900.	196	29	59	26	34	48	56	116	114	50
1910.	99	51	59	48	39	183	33	75	43	26
1920.	53	42	125	30	36	11	74	74	1	102
1930.	20	81	34	43	50	67	49	69	67	50
1940.	97	73	49	68	68	136	49	54	100	74
1950.	52	44	130	47	64	31	71	42	62	133
1960.	74									

18.5. Čestina karakterističnih padavinskih dana

Sa pojmom i definicijom padavinskog dana upoznali smo se u Paragrafu 18.2, a ovde ćemo prikazati način izračunavanja i namenu čestine karakterističnih padavinskih dana.

Pod čestinom karakterističnih padavinskih dana podrazumevaju se oni dani u kojima je visina padavina u toku 24 časa bila jednaka ili veća od 1,0 mm, 5,0 mm, 10,0 mm, 20,0 mm i 30,0 mm.

Profesor dr Marko Milosavljević u svom udžbeniku "Klimatologija" (Beograd, 1963) navodi:"Ova podela ima naročitog značaja za poljoprivredu, a takodje i za hidrotehničke radove. Jer, može se desiti izrazit sušni period i pored dosta velike visine padavina, ako su padavine pale u toku jednog dana u mesecu ili u manjem broju dana pri inače visokim temperaturama".

Značaj statističkog izračunavanja ovih karakterističnih padavinskih dana je i u tome što pružaju mogućnost uporedjenja izmedju suma padavina raznih mesta iste klimatske oblasti. Osim suma padavina (mesečnih i godišnjih), pri analizi padavina u dva ili više mesta potrebno je znati i raspored padavinskih dana sa navedenim granicama visina padavina, tj. dana koji su nazvani karakterističnim u smislu pale visine padavina.

U Tabeli 41 prikazana je čestina padavinskih dana u Somboru za april od 1955. do 1962. godine. Na osnovu te čestine padavinskih dana data je Tabela 51, u kojoj su prikazani karakteristični padavinski dani

odnosno njihova čestina po navedenim graničnim vrednostima pale visine padavina.

Tabela 51.- Čestina karakterističnih padavinskih dana ($\geq$ 1,0 mm, $\geq$ 5,0 mm, $\geq$10,0 mm, $\geq$20,0 mm i $\geq$30,0 mm) u Somboru za april od 1955. do 1962. godine

Godina	$\geq$1,0	$\geq$5,0	$\geq$10,0	$\geq$20,0	$\geq$30,0
1955.	11	5	3	1	.
1956.	7	1	1	.	.
1957.	6	4	1	.	.
1958.	8	3	2	1	.
1959.	7	3	1	.	.
1960.	8	2	.	.	.
1961.	7	6	1	1	1
1962.	9	4	.	.	.
$\bar{X}$	7,9	3,5	1,1	0,4	0,1

Prosečna mesečna čestina karakterističnih padavinskih dana u aprilu za Sombor je najveća za dane sa visinom padavina $\geq$ 1,0 mm i iznosi 7,9 dana u proseku, a najmanja za dane sa visinom padavina $\geq$ 30,0 mm i iznosi 0,1 dan u proseku. Ova prosečna čestina je dobijena zbirom čestina karakterističnih padavinskih dana i deljenjem brojem godina. Interesantno je radi uporedjenja navesti da je u istom mesecu za isti period prosečna vrednost karakterističnih padavinskih dana sa navedenim graničnim visinama bila u Novom Sadu:

$\geq$1,0	$\geq$5,0	$\geq$10,0	$\geq$20,0	$\geq$30,0
8,2	4,0	1,0	0,1	.

Prosečna vrednost padavinskih dana u Novom Sadu je približna prosečnoj vrednosti padavinskih dana u Somboru, i iznosi 12,1 padavinskih dana. Analizom prosečnih vrednosti karakterističnih padavinskih dana primećuje se da su razlike izmedju Sombora i Novog Sada sve veće sa povećanjem graničnih vrednosti padavinskih dana. Tako se dolazi do zaključka da u Novom Sadu nije bilo dana sa visinom padavina $\geq$ 30,0 mm za ovaj period u aprilu, što upućuje na saznanje da su te količine padavina prvenstveno posledica lokalnih ili usko lokalnih uslova. Razlika prosečnih vrednosti broja dana sa visinom padavina $\geq$ 20,0 mm iznosi (0,4 - 0,1) = 0,3 dana.

Godišnja čestina padavinskih dana dobija se zbirom mesečnih čestina padavinskih dana.

Prosečna godišnja čestina padavinskih dana dobija

se zbirom godišnjih čestina padavinskih dana podeljenim brojem godina. Na isti način dobijaju se i čestine, odnosno prosečne godišnje čestine, za karakteristične ili izdvojene padavinske dane.

Tabela 52.- Prosečne mesečne čestine padavinskih dana (≥ 0,1 mm) za Crikvenicu u periodu od 1925. do 1958. godine, i prosečne mesečne čestine dana sa količinom padavina ≥ 10,0 mm

a - padavinski dani ≥ 0,1 mm padavina

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
11,2	9,2	10,0	10,6	12,4	10,3	8,0	7,2	8,5	11,3	13,6	12,1	124,4

b - karakteristični padavinski dani ≥ 10,0 mm padavina

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
3,9	3,3	3,3	3,4	3,3	3,1	1,9	2,1	3,5	5,1	6,2	4,4	43,5

Udeo, u procentima, prosečnih karakterističnih padavinskih dana, sa visinom padavina ≥ 10,0 mm, u prosečni broj padavinskih dana kreće se po mesecima i za godinu:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
%	34,8	35,9	33,0	32,1	26,6	30,1	23,8	29,2	41,2	45,1	45,6	36,4	35,0

Na osnovu ovih podataka vidimo da je procentualni udeo karakterističnih padavinskih dana (≥ 10,0 mm) u srednju čestinu padavinskih dana veći u hladnijoj polovini godine nego u toplijoj. Ovo je karakteristično istaći kao obeležje maritimnog padavinskog režima.

18.6. Intenzitet padavina

Akademik profesor dr Pavle Vujević pod intenzitetom padavina, ili kako ga on naziva-jačinom ili gustinom kiše, podrazumeva srazmeru izmedju visine i čestine padavina u odredjenom vremenu. (Klimatološka statistika, Beograd, 1956)

Intenzitet padavina se dobija podelom srednje visine padavina srednjim brojem padavinskih dana (dana sa visinom padavina ≥ 0,1 mm).

Ako se srednja suma padavina (bez obzira na vremensku kalendarsku jedinicu ≥ dana) obeleži simbolom $\bar{r}$, a srednji broj ili srednja

čestina padavinskih dana sa $\bar{d}$, jednačina intenziteta (J) može da se izrazi kao odnos:

$$J = \frac{\bar{r}}{\bar{d}} . \qquad (53)$$

Površnom analizom navedene jednačine intenziteta padavina dolazi se do sledećih zaključaka:

- Intenzitet se menja sa promenom visine padavina i čestine padavinskih dana. Intenzitet se povećava ukoliko se povećava srednja visina padavina, odnosno visina padavina, a ostaje isti broj padavinskih dana.

- Intenzitet padavina se smanjuje ako se broj padavinskih dana povećava pri istoj visini padavina.

Na osnovu ovih zaključaka sledi pravilo koje glasi: Intenzitet padavina menja se proporcionalno visini padavina, a u obrnutoj je srazmeri sa čestinom padavinskih dana u odredjenom vremenskom periodu (danu, mesecu, godišnjem dobu, godini i dužem vremenskom periodu).

Potrebe statističke obrade i statističkog proučavanja intenziteta padavina u savremenom razvoju društvene delatnosti su izuzetno velike. One se prvenstveno odnose na hidrološke i hidrotehničke oblasti proučavanja, a takodje i na elektroprivredna i urbanistička rešenja, koja za njihove podloge, na osnovu kojih iznose zaključak, u većini slučajeva trebaju podatke intenziteta padavina.

Važnost proučavanja intenziteta padavina takodje je značajna i sa gledišta geografskog proučavanja, jer je sa većim intenzitetom padavina jača i mehanička denudacija i erozija zemljišta.

Uzimajući u obzir navedeni značaj proučavanja i statističke obrade intenziteta, potrebno je intenzitet padavina dati u statističkoj obradi a, i prema nameni korišćenja, u što manje vremenske jedinice pa do, za proučavanje klime, većih vremenskih jedinica, kao što je godina i višegodišnji period.

Intenzitet padavina za jedan padavinski čas je odnos srednje visine padavina i broja padavinskih časova. Ova veličina se odredjuje i na osnovu instrumenata za registrovanje intenziteta padavina.

Intenzitet padavina za jedan padavinski dan je odnos srednje sume padavina nekog meseca i njegovog srednjeg broja padavinskih dana. Ako je potrebno da se izračuna intenzitet padavina u padavinskom danu za jedan

mesec jedne godine, uzima se suma padavina za taj mesec i deli brojem njegovih padavinskih dana.

Intenzitet padavina se izražava u milimetrima po vremenskoj jedinici, a obično po minutu.

Normalne mesečne sume padavina u Beogradu za period od 1988. do 1962. godine po mesecima i za godinu iznose:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
40,4	36,9	43,7	56,7	75,6	79,8	64,0	52,1	44,7	58,5	54,6	49,8	656,8

Srednji broj padavinskih dana (dana sa sumom padavina $\geq 0,1$ mm) za Beograd u istom periodu iznosi:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
12,9	10,8	11,7	12,7	13,1	12,8	10,1	8,8	8,5	10,6	12,4	13,1	137,5

Deobom mesečnih suma padavina brojem padavinskih dana dobija se intenzitet padavina po mesecima i za godinu u Beogradu (Tabela 53).

Tabela 53. - Intenzitet padavina u Beogradu po mesecima i za godinu

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
3,1	3,4	3,7	4,5	5,8	6,2	6,3	5,9	5,3	5,5	4,4	3,8	4,8

Podaci iz Tabele 53 pokazuju da je intenzitet padavina veći u toplijoj polovini godine nego u hladnijoj. Najveći intenzitet je u julu, i iznosi 6,3 mm, što znači da u jednom padavinskom danu jula padne prosečno 6,3 mm visok sloj vode. Prosečni godišnji intenzitet padavina u Beogradu iznosi 4,8 mm, tj. u jednom padavinskom danu u toku godine padne prosečno 4,8 mm visok sloj vode.

18.7. Verovatnoća padavina

Opšti pojam verovatnoće definisali smo kao odnos broja povoljnih slučajeva prema broju svih pojedinačno mogućih slučajeva (Paragraf 10). U smislu ove definicije verovatnoća padavina sa definiše kao odnos srednjeg broja dana sa padavinama (dana sa visinom padavina $\geq 0,1$ mm) u mesecu, sezoni, vegetacionom periodu, godini i višegodišnjem periodu sa ukupnim brojem dana iz navedenih perioda.

Verovatnoća padavina u smislu ove definicije računata za Crikvenicu po mesecima i za godinu, na osnovu podataka iz Tabele 52, tj. srednjeg broja padavinskih dana za period od 1925. do 1958. godine, iznosi:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
0,36	0,33	0,32	0,35	0,40	0,34	0,26	0,23	0,28	0,36	0,45	0,39	0,34

Podaci verovatnoće padavina po mesecima u Crikvenici pokazuju da je najmanja verovatnoća pojave padavina u avgustu (0,23), što znači da se od svakih 10 dana avgusta može očekivati da dva dana budu padavinska, a najviša u novembru (0,45), što znači da se od svakih 10 dana novembra može očekivati da 4 dana budu sa padavinama.

Pomoću instrumenta koji registruje intenzitet i vreme trajanja padavina može se odrediti i verovatnoća padavina po časovima. Taj pojam verovatnoće naziva se apsolutna verovatnoća (nezavisno od izabranog perioda vremena), a dobija se kad se broj časova sa padavinama u mesecu podeli brojem ukupnih časova tog meseca. U Beogradu apsolutna verovatnoća kiše po mesecima (IV - X), za period od 1956. do 1965. godine, iznosi:

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
0,068	0,074	0,039	0,030	0,021	0,032	0,031

Ova apsolutna verovatnoća je računata na osnovu srednjeg mesečnog trajanja kiše u časovima (isključujući ostale vidove padavina) u Beogradu za period od 1956. do 1965. godine (Tabela 54).

Na osnovu srednjeg časovnog trajanja kiše ($\bar{X}$), izračunatog iz desetogodišnjeg perioda dobijena je verovatnoća trajanja padavina u časovima i to deobom brojem mogućih časova u mesecu (30 . 24 i 31 . 24). Vrednosti apsolutne verovatnoće kiše u Beogradu, za navedeni period, od 0,021 u avgustu i 0,074 u maju, znače da se u avgustu od 1 000 časova može očekivati da 21 čas bude sa kišom, a u maju 74 časa.

Napomena: U Tabeli 54 znak "-" (crtica)označava da nije vršeno registrovanje padavina, a znak "." da nije bilo padavina odnosno kiše u tom mesecu.

Potrebno je istaći da pod brojem časova (u našem slučaju srednjim brojem) ne treba podrazumevati samo časove u kojima je kiša celog časa padala, već i časove u kojima je kiša padala makar i nekoliko minuta, ali

je pala u merljivoj visini, tj. u visini ≥ 0,1 mm.

Tabela 54.- Trajanje kiše u časovima po mesecima (IV-X) za period od 1956. do 1965. godine u Beogradu

Mesec / Godina	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1956.	-	82,5	63,8	19,2	26,0	6,7	42,9
1957.	47,2	109,6	12,6	20,3	10,2	30,8	39,3
1958.	-	6,2	27,7	5,9	12,2	6,3	40,0
1959.	-	63,9	46,7	19,2	35,5	22,7	7,2
1960.	31,7	61,7	20,4	53,4	16,7	26,7	26,7
1961.	50,4	106,3	9,0	25,8	11,6	8,2	0,9
1962.	53,5	12,1	22,5	21,0	3,3	31,8	8,6
1963.	49,3	20,6	10,6	19,3	11,2	21,1	12,4
1964.	72,6	48,8	15,6	27,9	17,1	56,7	50,3
1965.	39,9	38,3	50,2	14,4	12,0	23,1	.
Σ	344,6	550,0	279,1	226,4	155,8	234,1	228,3
$\bar{X}$	49,2	55,0	27,9	22,6	15,6	23,4	22,8

Veličine verovatnoće, kao što su: ukupno trajanje padavina, srednje trajanje padavina u kišnom danu i srednja visina padavina u kišnom času, izračunavaju se na sledeći način:

Ukupno trajanje padavina jeste proizvod apsolutne verovatnoće padavina i broja časova vremenskog perioda (meseca, godine itd.).

Srednje trajanje padavina u kišnom danu jeste odnos ukupnog trajanja padavina i broja kišnih dana u nekom odredjenom periodu.

Srednja visina padavina u kišnom času (časovna visina kiše) dobija se podelom intenziteta padavina i trajanja padavina u kišnom danu.

18.8. Srednje odstupanje padavina

S pojmom srednjeg odstupanja upoznati smo u Paragrafu 8. Srednje odstupanje padavina ili srednja anomalija jeste prosečno odstupanje visine padavina u nekom mesecu, za duži period godina, od srednje sume padavina tog meseca.

Medjutim, pri izračunavanju srednjeg odstupanja kod temperature vazduha ili nekog drugog kontinuiranog elementa uziman je zbir apsolutnih vrednosti odstupanja podataka tog elementa, a kod padavina se moraju

uzimati posebno pozitivna, a posebno negativna odstupanja od srednje vrednosti. Ovo iz razloga što padavine imaju odredjenu donju granicu (numerički datu sa nulom), a gornja granica visine nije odredjena.

Način izračunavanja srednjeg odstupanja padavina, što u suštini čini promenljivost padavina, prikazan je na osnovu mesečnih suma padavina u Beogradu od 1931. do 1950. godine (Tabela 55). Srednje mesečne sume padavina za 20-godišnji period u Beogradu (Tabela 55) pokazuju da su maj i jun najkišovitiji meseci, a januar, februar i mart meseci sa najmanjom sumom padavina.

Odstupanja mesečnih suma padavina od srednje mesečne sume data su Tabelom 55a. Srednje vrednosti pozitivnih i negativnih odstupanja, računate zbirom pozitivnih odstupanja ($\Sigma+$) i zbirom negativnih odstupanja ($\Sigma-$), podeljene brojem sabiraka tih odstupanja (n) prikazane su takodje u Tabeli 55a i kreću se za pozitivna odstupanja od 15,2 mm do 62,7 mm, a za negativna od 12,4 mm do 31,8 mm.

Kada se srednja pozitivna odstupanja dodaju srednjim mesečnim sumama padavina (Tabela 55), dobija se srednja gornja granica padavina. Dodavanjem srednjih negativnih odstupanja srednjim mesečnim sumama padavina dobija se srednja donja granica padavina (Tabela 55b).

Tabela 55b. - Srednja gornja i srednja donja granica visine padavina u Beogradu na osnovu podataka iz Tabela 55 i 55a

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
				- srednja gornja granica -								
64,0	70,7	75,7	81,2	107,7	148,7	76,1	94,3	100,3	98,5	88,4	74,1	786,7
				- srednja donja granica -								
36,4	17,9	25,0	28,2.	49,2	59,2	35,7	25,8	24,2	32,7	37,1	29,7	602,4

Podaci srednje gornje i srednje donje granice padavina pokazuju kolebanje padavina u Beogradu, "od - do". Na osnovu tih podataka izvodi se zaključak da, na primer, padavine u junu mesecu u Beogradu kolebaju (menjaju se u sumi) u srednjoj vrednosti od 59,2 mm do 148,7 mm.

Apsolutno mesečno kolebanje padavina, tj. razlika izmedju najviše i najniže sume padavina po mesecima za 20-godišnji period, (Tabela 55) u Beogradu iznosi:

I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
63,0	117,5	111,8	100,5	138,4	187,0	108,5	201,3	176,7	147,7	89,3	88,1	491,1

Tabela 55. - Mesečne sume padavina u Beogradu za period od 1931. do 1950.godine

Mesec / Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1931.	54,1	36,6	67,0	19,9	27,7	70,5	51,6	29,0	177,7	133,2	28,4	21,2	716,9
1932.	45,5	19,0	117,1	82,9	45,8	39,8	89,1	29,0	12,8	157,3	30,4	36,5	705,2
1933.	53,5	29,8	61,3	98,8	119,4	106,1	64,2	30,5	36,9	48,4	32,2	67,6	748,7
1934.	38,3	6,5	21,1	22,6	53,0	69,8	92,1	116,6	53,9	79,4	51,0	17,3	621,6
1935.	82,2	78,0	40,6	69,1	60,4	37,2	18,1	18,3	16,4	31,0	24,3	67,6	543,2
1936.	34,9	83,2	25,1	29,5	107,5	65,0	69,3	65,6	77,8	55,4	32,6	11,0	656,9
1937.	63,2	72,4	95,3	102,5	117,3	79,9	30,7	205,5	37,4	37,0	91,2	52,0	984,4
1938.	47,5	17,9	35,0	56,6	70,5	32,3	117,5	66,6	46,7	55,6	37,1	94,9	678,2
1939.	40,2	26,7	65,8	24,5	115,9	135,9	56,9	69,0	11,5	105,8	60,1	70,7	783,0
1940.	41,6	41,2	73,3	61,7	78,9	215,5	56,4	33,2	46,4	29,1	89,1	52,3	818,7
1941.	33,7	124,0	15,3	87,9	55,2	66,3	56,4	117,2	99,7	89,8	45,3	67,0	857,8
1942.	64,4	66,2	40,6	120,4	51,6	71,4	47,2	64,0	43,7	16,0	113,6	24,3	723,4
1943.	67,6	11,9	5,3	26,8	75,9	135,7	34,2	4,6	20,7	9,6	81,8	68,3	542,4
1944.	26,9	91,0	56,0	58,2	29,7	74,4	69,2	4,2	103,4	60,8	85,3	70,2	729,3
1945.	39,9	8,6	8,3	45,2	37,0	61,4	28,3	79,5	112,6	17,0	70,9	93,5	602,2
1946.	65,1	46,6	32,9	29,8	81,2	70,4	9,0	17,9	2,6	97,2	113,6	71,5	637,8
1947.	74,4	54,2	52,6	30,2	68,4	61,3	55,4	47,6	1,0	20,9	30,0	73,1	569,1
1948.	32,6	52,6	33,2	73,5	41,9	168,3	29,5	41,3	77,1	55,7	67,1	6,8	679,6
1949.	51,7	9,4	92,6	28,7	165,4	130,6	90,0	65,0	14,1	17,1	63,7	70,9	799,2
1950.	19,2	27,7	17,9	25,0	49,2	28,5	52,6	27,9	24,7	64,6	107,9	48,1	493,3
$\bar{X}$	48,8	45,2	47,8	54,7	72,5	86,0	55,8	56,6	50,9	59,0	62,8	54,2	694,5

Tabela 55a.- Odstupanja mesečnih suma padavina, sadržanih u Tabeli 55, od srednjih suma 20-godišnjeg perioda u Beogradu

Mesec / Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1931.	5,3	-8,6	19,2	-34,8	-44,8	-15,5	-4,2	-27,6	126,8	74,2	-34,4	-33,0	22,4
1932.	-3,3	-26,2	69,3	28,2	-26,7	-46,2	33,3	-27,6	-38,1	98,3	-32,4	-17,7	10,7
1933.	4,7	-15,4	13,5	44,1	46,9	20,1	8,4	-26,1	-14,0	-10,6	-30,6	13,4	54,4
1934.	-10,5	-38,7	26,7	-32,1	-19,5	-16,2	36,3	60,0	3,0	20,4	-11,8	-36,9	-72,9
1935.	33,4	32,8	-7,2	14,4	-12,1	-48,8	-37,7	-38,3	-34,5	-28,0	-38,5	13,4	-151,3
1936.	-13,9	38,0	-22,7	-25,2	35,0	-21,0	13,5	9,0	26,9	-3,6	-30,2	-43,2	-37,6
1937.	14,4	27,2	47,5	47,8	44,8	-6,1	-25,1	148,9	-13,5	-22,0	28,4	-2,2	289,9
1938.	-1,3	-27,3	-12,8	1,9	-2,0	-53,7	61,7	10,0	-4,2	-3,4	-25,7	40,7	-16,3
1939.	-8,6	-18,5	18,0	-30,2	43,4	49,9	1,1	12,4	-39,4	46,8	-2,7	16,5	88,5
1940.	-7,2	-4,0	25,5	7,0	6,4	129,5	0,6	-23,4	-4,5	-29,9	26,3	-1,9	124,2
1941.	-15,1	78,8	-32,5	33,2	-17,3	-19,7	0,6	60,6	48,8	30,8	-17,5	12,8	163,4
1942.	15,6	21,0	-7,2	65,7	-20,9	-14,6	-8,6	7,4	-7,2	-43,0	50,8	-29,9	28,9
1943.	18,8	-33,3	-42,5	-27,9	3,4	49,7	-21,6	-52,0	-30,2	-49,4	19,0	14,1	-152,1
1944.	-21,9	45,8	8,2	3,5	-42,8	-11,6	13,4	-52,4	52,5	1,8	22,5	16,0	34,8
1945.	-8,9	-36,6	-39,5	-9,5	-35,5	-24,6	-27,5	22,9	61,7	-42,0	8,1	39,3	-92,3
1946.	16,3	1,4	-14,9	-24,9	8,7	-15,6	-46,8	-38,7	-48,3	38,0	50,8	17,3	-56,7
1947.	25,6	9,0	4,8	-24,5	-4,1	-24,7	-0,4	-9,0	-49,9	-38,1	-32,8	18,9	-125,4
1948.	-16,2	7,4	-14,6	18,8	-30,6	82,3	-26,3	-15,3	26,2	-3,3	4,3	-47,4	-14,9
1949.	2,9	-35,8	44,8	-26,0	92,9	44,6	34,2	8,4	-36,8	-41,9	0,9	16,7	104,7
1950.	-29,6	-17,5	-29,9	-29,7	-23,3	-57,5	-3,2	-28,7	-26,2	5,6	45,1	-6,1	-201,2
Σ(+)	137,0	261,4	250,8	264,6	281,5	376,1	203,1	339,6	345,9	315,9	256,2	219,1	921,9
n	9	9	9	10	8	6	10	9	7	8	10	11	10
X	15,2	29,0	27,9	26,5	35,2	62,7	20,3	37,7	49,4	39,5	25,6	19,9	92,2
Σ(-)	136,5	261,9	250,5	264,8	279,6	375,8	201,4	339,1	346,8	315,2	256,6	218,3	920,7
n	11	11	11	10	12	14	10	11	13	12	10	9	10
$\overline{X}$	12,4	23,8	22,8	26,5	23,3	26,8	20,1	30,8	26,7	26,3	25,7	24,5	92,1

Na osnovu ovih podataka vidi se da avgust ima ekstremno kolebanje padavina 201,3 mm, dobijeno kao razlika najviše sume padavina ovog meseca (205,5 mm, 1937. godine) i najmanje sume padavina istog meseca (4,6 mm, 1943.godine).

Apsolutno mesečno kolebanje za januar iznosi 63,0 mm, a dobijeno je takodje kao razlika najviše sume padavina (82,2 mm, 1935. godine.) i najmanje januarske sume (19,2 mm, 1950.godine).

18.9. Kišni i sušni periodi

Pri analizi padavina i nameni te analize potrebno je upoznati se i sa pojmom kišnog i sušnog perioda. Pod pojmom kišnog perioda podrazumeva se neprekidan niz dana sa najmanjom visinom padavina od 0,3 mm dnevno. Usamljen dan sa padavinama uzima se, iz statističkih razloga, takodje kao jednodnevni kišni period. Pod pojmom sušnog perioda podrazumeva se niz od najmanje pet uzastopnih dana bez padavina, pri čemu treba dane sa visinom padavina manjom od 0,3 mm takodje smatrati sušnim. Ako neki sušni period, koji je trajao 5 i više dana, prekine jedan dan sa kišom u kome je palo manje od 1 mm padavina, takav sušni period se smatra neprekidnim i uračunava se kao 1 čestina u nizu drugih čestina sušnih perioda.

Pri izračunavanju kišnih i sušnih perioda važi pravilo koje glasi: ako jedan kišni ili sušni period prelazi iz jednog meseca u drugi, on se računa u onom mesecu kome pripada duži deo tog perioda (kišnog ili sušnog). Medjutim, ako su ovi periodi takvi da isti broj dana pada i na jedan i na drugi mesec onda se postupa na sledeći način: kišni period se uzima u onom mesecu koji ima veću mesečnu sumu padavina za isti broj padavinskih dana (dana sa količinom padavina $\geq 0,1$ mm), a sušni period uzima se i pripada kao čestina pojave u prethodnom mesecu. Takodje je potrebno znati pri izračunavanju sušnih perioda da ako neki sušni period traje duže od 3 meseca, on se kao čestina pojave pripisuje srednjem mesecu, bez obzira o kom se periodu godine radi.

Čestina kišnih perioda računata na opisani način data je Tabelom 56. Čestine kišnih i sušnih perioda izračunavaju se iz dužih nizova osmatranja padavina. Način izračunavanja, po mesecima i za godinu, koji prvenstveno pokazuje kako se dobija prosečno trajanje kišnog (vlažnog) perioda, zatim apsolutno najduže trajanje kišnog perioda i njegovo prosečno najduže trajanje, dat je na primeru kišnih perioda u Zrenjaninu za januar, pomenutom Tabelom 56.

Na osnovu podataka iz tabele dolazi se do zaključka da je apsolutno najduže trajanje kišnog perioda u januaru iznosilo 13 uzastopnih dana sa kišom za period od 1961. do 1970. godine i javlja se u 1966.godini.

Prosečno trajanje kišnog perioda u nekoj godini za odredjeni mesec (u našem slučaju januar) dobija se kada se ukupni broj uzastopnih dana sa kišom podeli brojem kišnih perioda.

U januaru 1968. godine bilo je kišnih perioda od jedan dan - 2 puta, od 2 dana-3 puta i od 3 dana-2 puta. Na osnovu ovog zbira dobija se da je u januaru 1968. godine bilo 14 kišnih dana, tj. 2+6+6, a broj kišnih perioda 2+3+2=7. Deobom 14 sa 7 dobija se srednje ili prosečno trajanje kišnog perioda za januar 1968. godine, koje iznosi 2,0 dana. Tako se postupa i za ostale godire januara i dobija se prosečno trajanje kišnih perioda u januaru za svaku godinu od 1961. do 1970. godine. Ukupan broj kišnih dana za svih 10 godina iznosi 96, a ukupan broj kišnih perioda 44. Na osnovu toga izračunat je prosečan kišni period za januar u Zrenjaninu (Tabela 56), i on iznosi 2,2 dana.

Tabela 56.- Čestina uzastopnih dana sa kišom u Zrenjaninu za januar od 1961. do 1970.godine i srednje trajanje kišnog perioda u svakoj godini

Broj uzastopnih dana sa kišom	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Srednja vrednost
1961.	3	.	.	.	.									1,0
1962.	.	2	.	1	.									2,7
1963.	2	1	.	1	1									2,6
1964.	.	1	.	.	.									2,0
1965.	2	2	.	.	1									2,2
1966.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4,8
1967.	3	1	.	.	1									2,0
1968.	2	3	2	.	.									2,0
1969.	3	1	1	.	.									1,6
1970.	4	2	.	.	.									1,3
Zbir pojedinih perioda	20	14	4	2	3								1	44
Ukupan broj kišnih dana	20	28	12	8	15								13	96

Prosečni kišni period (96:43)=2,2 dana

Prosečno najduže trajanje kišnog perioda izračunava se zbirom najdužih perioda po godinama odredjenog meseca (1+4+5+2+5+13+5+3+3+ +2) i deobom brojem godina, u našem slučaju sa 10.

Na osnovu ovog postupka, dobijeno je da u Zrenjaninu prosečno najduže trajanje kišnog perioda iznosi 4,3 dana. Postupak primenjen na primeru januara isti je u svemu i za ostale mesece, a na osnovu toga se dobija-

ju i kišni periodi za godinu (zbirom mesečnih) i prosečni godišnji kišni period kao odnos broja kišnih dana i ukupnog broja perioda.

Pri obradi sušnih perioda postupa se isto kao i kod kišnih perioda, sa napomenom da se pridržavamo definicije sušnog perioda.

19. OBRADA SNEGA I SNEŽNOG POKRIVAČA

Sneg je poseban oblik padavina koji se statistički obradjuje na način koji treba da omogući da se istaknu i analiziraju sve karakteristike značajne za ovaj meteorološki element, odnosno klimatski faktor i modifikator. Pri statističkoj obradi snega i snežnog pokrivača mora se uzeti u obzir značaj namene iste. U tom smislu sneg i snežni pokrivač imaju posebno značenje, kako za naučne tako i praktične potrebe. Poznavanje trajanja snežnog pokrivača je od posebnog značaja za poljoprivredu, elektroprivredu, vodoprivredu, saobraćaj, zimski turizam i za niz drugih privrednih delatnosti. I u zdravstvu snežni pokrivač ima svoje mesto i ulogu kao bioklimatski elemenat. Uticaj snega i snežnog pokrivača na klimu ogleda se u sprečavanju tla od hladnoće (niskih temperatura), ali isto tako prouzrokuje veoma jako hladjenje donjih vazdušnih slojeva, što se odražava u veoma niskim temperaturama. Najznačajniji podaci o snegu i snežnom pokrivaču, koji mogu da udovolje zahtevima i potrebama navedenih privrednih i društvenih delatnosti, jesu:

- čestina snega (broj dana sa padanjem snega),
- visina snežnog pokrivača,
- prosečni i ekstremni datum prvog i poslednjeg snega i snežnog pokrivača,
- srednja i najveća visina snežnog pokrivača i sadržina vode u snežnom pokrivaču.

19.1. Čestina snega (broj dana sa padanjem snega)

Pod danom sa snegom podrazumeva se svaki dan u kome je visina padavina od zabeležene pojave snega, susnežice, krupe, zrnastog snega iznosila $\geq 0{,}1$ mm.

Srednji mesečni broj dana sa snegom u Splitu (H_s=122m), Valjevu (H_s=175m) i na Kopaoniku (H_s= 1 710 m) prikazan je Tabelom 57.

Srednji mesečni broj dana sa snegom izračunava se kada se saberu dani sa snegom (po definiciji) za neki mesec i podele brojem godina.

Srednji godišnji broj dana, koji iznosi 2,9 u Splitu,

34,3 u Valjevu i 76,2 dana na Kopaoniku, dobija se zbirom srednjih mesečnih dana sa snegom.

Tabela 57.- Srednji mesečni i godišnji broj dana sa snegom za Split, Valjevo i Kopaonik, na osnovu perioda osmatranja od 1931. do 1960.godine

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Split	1,2	1,0	0,4	.	.	.	.	.	.	.	.	0,3	2,9
Valjevo	11,1	7,2	6,4	1,4	0,0	.	.	.	.	0,1	1,6	6,6	34,3
Kopaonik	12,1	10,9	12,3	10,6	4,9	0,7	.	.	0,5	4,3	7,0	12,9	76,2

U Tabeli 57 tačka(.) znači da u tom mesecu nije bilo ni jednog dana sa snegom.

Vrednost od 0,0 zabeležena u maju u Valjevu znači da je u nekom maju bilo dana sa snegom (jedan ili više), ali njihov zbir podeljen brojem godina (u našem slučaju 30) daje vrednost na osnovu druge decimale od 0,0.

19.2. Visina snežnog pokrivača

Pod danom sa snežnim pokrivačem podrazumeva se dan u kome je u bilo kom njegovom periodu bar polovina tla pokrivena snegom visine ≥ 1 cm.

Karakteristične visine snežnog pokrivača koje se statistički obradjuju, sa već ukazanom namenom su:

- čestina i srednja čestina dana sa visinom snežnog pokrivača ≥ 1 cm,
- čestina i srednja čestina dana sa visinom snežnog pokrivača ≥ 10 cm,
- čestina i srednja čestina dana sa visinom snežnog pokrivača ≥ 30 cm,
- čestina i srednja čestina dana sa visinom snežnog pokrivača ≥ 50 cm.

Čestina dana sa snežnim pokrivačem dobija se prebrojavanjem dana sa snežnim pokrivačem (po definiciji) sa navedenim karakterističnim visinama snežnog pokrivača.

Srednja čestina dana sa karakterističnim visinama snežnog pokrivača dobija se sabiranjem svih dana sa karakterističnim visinama snež-

nog pokrivača nekog meseca, u periodu jednakom ili dužem od 15 godina i deljenjem zbira brojem godina.

Srednje mesečne vrednosti broja dana sa karakterističnim visinama snežnog pokrivača za Ljubljanu, sa nadmorskom visinom od 299 m, i Kopaonik, sa nadmorskom visinom od 1 710 m, date su Tabelom 58. Ove vrednosti su računate po navedenoj definiciji o izračunavanju srednje čestine dana sa karakterističnim visinama snežnog pokrivača, a odnose se na 15-godišnji period. Period od 15 godina, koji je naveden kao donja granica dužine niza za izračunavanje ovih srednjih vrednosti, ima svoje značenje u tom smislu što, uzimajući u obzir promenljivost ovih čestina dana po mesecima od godine do godine, ne bi srednje vrednosti iz kraćih perioda bile realne za analizu u istoj meri kao one iz nizova dužih od 15 godina.

Tabela 58.-Srednje mesečne i godišnje vrednosti broja dana sa karakterističnim visinama snežnog pokrivača za Ljubljanu i Kopaonik u periodu od 1948. do 1949. i 1962. do 1963. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
						Ljubljana							
≥ 1 cm	17,1	14,0	7,3	0,3	0,1	.	.	.	.	0,4	1,5	10,1	50,8
≥10 cm	10,7	10,9	4,9	0,1	0,1	.	.	.	.	0,1	0,5	2,1	29,4
≥30 cm	0,9	3,7	2,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6,6
≥50 cm	0,3	2,2	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,0
						Kopaonik							
≥ 1 cm	30,1	27,4	31,0	20,7	6,1	.	.	.	0,9	5,7	11,3	26,2	159,4
≥10 cm	29,0	27,4	30,8	18,2	3,2	.	.	.	.	2,9	6,2	21,1	138,8
≥30 cm	27,8	25,9	28,7	15,2	1,3	.	.	.	.	0,2	1,0	10,1	110,2
≥50 cm	20,8	22,8	24,1	9,0	.	.	.	.	.	.	0,3	3,3	80,2

Srednje godišnje vrednosti broja dana sa karakterističnim visinama snežnog pokrivača dobijaju se zbirom srednjih mesečnih vrednosti. Na Kopaoniku su srednje vrednosti broja dana sa navedenim visinama snežnog pokrivača najviše u martu, a u Ljubljani u februaru (Tabela 58).

19.3. Srednji i ekstremni datum prvog i poslednjeg padanja snega

Srednji i ekstremni datum prvog i poslednjeg padanja snega odredjuje se na isti način kao i srednji i ekstremni datum prvog i poslednjeg mraza (Paragraf 11.8). Medjutim, prosečni godišnji broj dana sa snegom, a takodje i sa snežnim pokrivačem, ne podudara se sa prosečnim periodom snega i

snežnog pokrivača, tj. sa brojem dana izmedju srednjeg datuma prvog i srednjeg datuma poslednjeg snega, odnosno snežnog pokrivača. Prosečni broj dana sa snegom uvek je manji od trajanja snežnog perioda, a to se odnosi i na snežni pokrivač.

Srednji i ekstremni datumi pojave prvog i poslednjeg snega za Daruvar prikazani su Tabelom 59. Analizom podataka iz Tabele 59 i podataka iz Tabele 60, koja sadrži srednje i ekstremne datume početka i kraja snežnog pokrivača, takodje u Daruvaru, može se zaključiti sledeće:

Snežni period ili razdoblje od prvog do poslednjeg snega u toku hladnije polovine godine je duži od perioda sa snežnim pokrivačem za 11 dana, a ekstremni period za 15 dana.

Prosečno trajanje perioda sa snegom u Daruvaru po podacima iz Tabele 59 iznosi 121 dan. Ekstremni datum pojave prvog i poslednjeg snega su 31.X i 30.IV i taj period se naziva ekstremni snežni period.

Prosečno trajanje perioda sa snežnim pokrivačem u Daruvaru iznosi 110 dana. Ekstremni period od 5.XI do 20.IV iznosi 166 dana.

Akademik profesor dr Pavle Vujević u svom udžbeniku "Klimatološka statistika" (Beograd 1956. godine) navodi: "Srednji datum prvog dana sa snežnim pokrivačem je oko dve sedmice kasnije, a poslednjeg dana oko dve

Tabela 59. - Srednji i ekstremni datumi pojave prvog i poslednjeg snega u Daruvaru za period od 1960. do 1961. i od 1969. do 1970. godine

1	2	3	4	5	6
Zima	Datum pojave prvog snega	Redni dan u godini	Datum pojave poslednjeg snega	Redni dan u godini	Trajanje snežnog perioda
1960/61.	12.XII	346.	20.III	79.	98
1961/62.	4.XI	308.	26.III	85.	142
1962/63.	22.XI	326.	3.IV	93.	132
1963/64.	12.XII	346.	8.IV	98.	117
1964/65.	2.XII	336.	4.III	63.	92
1965/66.	13.XI	317.	20.III	79.	127
1966/67.	31.X	304.	12.III	43.	104
1967/68.	7.XII	341.	11.III	70.	94
1968/69.	15.XI	319.	20.IV	110.	156
1969/70.	29.XI	333.	30.IV	120.	152
$\bar{X}$	24.XI	328.	25.III	84.	121
Ekstremni datum pojave snega	31.X	304.	30.IV	120.	181

sedmice ranije od srednjeg datuma prvog i poslednjeg snega. Po tome je prosečni period snežnog pokrivača u našoj zemlji oko mesec dana kraći od snežnog perioda".

19.4. Srednja i najveća visina snežnog pokrivača

Visina snežnog pokrivača meri se svakog dana u 07 časova bez obzira na vrstu snežnih padavina od kojih je nastao snežni pokrivač. Visina snežnog pokrivača se čita u celim centimetrima.

Tabela 60.- Srednji i ekstremni datumi početka i kraja snežnog pokrivača u Daruvaru za period od 1960. do 1961. i od 1969. do 1970. godine

1	2	3	4	5	6
Zima	Datum pojave prvog snežnog pokrivača	Redni dan u godini	Datum pojave poslednjeg snežnog pokrivača	Redni dan u godini	Trajanje snežnog pokrivača
1960/61.	13.XII	347.	20.III	79.	98
1961/62.	5.XI	309.	28.III	87.	143
1962/63.	23.XI	327.	8.III	67.	105
1963/64.	12.XII	346.	20.III	79.	98
1964/65.	3.XII	337.	4.III	63.	91
1965/66.	14.XI	318.	20.III	79.	126
1966/67.	30.XI	334.	9.II	40.	71
1967/68.	9.XII	343.	12.III	71.	93
1968/69.	15.XI	319.	20.IV	110.	156
1969/70.	30.XI	334.	25.III	84.	115
$\bar{X}$	27.XI	331.	17.III	76.	110
Ekstremni datum pojave snežnog pokrivača	5.XI	309.	20.IV	110.	166

Ukupna mesečna visina snežnog pokrivača dobija se zbirom dnevnih visina snežnog pokrivača.

Ukupna mesečna visina snežnog pokrivača, dobijena zbirom dnevnih visina januara 1975. godine u Čemernom sa nadmorskom visinom od 1 305m, iznosi 1 475 cm (Tabela 61).

Maksimalna dnevna visina snežnog pokrivača iznosi 57cm, a izmerena je 29. i 30. januara.

Srednja mesečna visina snežnog pokrivača dobija se zbirom suma mesečnih visina snežnog pokrivača podeljenim brojem godina.

Tabela 61.- Dnevne visine snežnog pokrivača u Čemernom januara 1975. godine

Dan	Visina (cm)
1.	56
2.	56
3.	54
4.	54
5.	53
6.	53
7.	50
8.	48
9.	51
10.	50
11.	50
12.	50
13.	50
14.	50
15.	49
16.	46
17.	44
18.	43
19.	42
20.	42
21.	40
22.	39
23.	39
24.	38
25.	38
26.	38
27.	42
28.	41
29.	57
30.	57
31.	55
Σ	1 475

Srednje maksimalne visine snežnog pokrivača po mesecima za period od 1948/49. do 1962/63. godine date su za Zagreb-Grič Tabelom 62.

Na osnovu podataka iz Tabele 62 vidi se da je Zagreb-Grič, u ovom periodu, imao snežni pokrivač od novembra do aprila, pa je tako i napravljeno zaglavlje tabele.

Srednje maksimalne mesečne visine snežnog pokrivača su najveće u januaru i februaru (16,9 cm, i 16,7 cm). Apsolutna visina snežnog pokrivača za ovaj period iznosi 66 cm, marta zime 1954/55, odnosno marta 1955. godine. Srednja godišnja apsolutna ili maksimalna visina snežnog pokrivača dobijena je zbirom godišnjih apsolutnih visina podeljenim brojem godina i iznosi 26,5 cm.

Za izračunavanje srednjih mesečnih i godišnjih maksimalnih visina snežnog pokrivača potrebno je imati što duži niz osmatranja i merenja snežnog pokrivača. Dužina ovog niza ne sme biti kraća od 15 godina, a u velikoj meri zavisi od mesta za koje se želi da se vrši analiza snežnog pokrivača. Ukoliko je mesto više pod uticajem maritimne klime, utoliko je potrebnija veća dužina niza. Mesta pod uticajem kontinentalne i planinske klime mogu da pruže realnu sliku o ovim veličinama snežnog pokrivača i sa dužinom niza od 15 godina osmatranja i merenja.

Tabela 62.- Srednje maksimalne visine, po mesecima i apsolutni godišnji maksimumi visine snežnog pokrivača, po godinama za Zagreb-Grič, period 1948/49-1962/63.godine

Zima \ Mesec	XI	XII	I	II	III	IV	Godina
1948/49.	.	10	.	.	.	.	10
1949/50.	.	.	25	21	3	.	25
1950/51.	.	6	5	.	8	.	8
1951/52.	.	.	21	22	.	1	22
1952/53.	.	18	6	11	1	.	18
1953/54.	.	12	19	18	.	.	19
1954/55.	.	.	10	26	66	.	66
1955/56.	.	.	1	38	28	.	38
1956/57.	17	13	29	19	.	.	29
1957/58.	.	10	29	27	8	.	29
1958/59.	.	.	27	12	.	.	27
1959/60.	.	.	30	.	2	.	30
1960/61.	.	16	12	.	.	.	16
1961/62.	.	11	6	10	11	.	11
1962/63.	39	7	33	50	14	.	50
Σ	56	103	253	251	141	1	398
$\bar{X}$	3,7	6,9	16,9	16,7	9,4	0,1	26,5

19.5. Sadržaj vode u snežnom pokrivaču

Sadržina vode u snežnom pokrivaču izražava se u milimetrima i označava visinu vode u mm koja bi se dobila ako bi se snežni pokrivač

istopio. U ovom paragrafu pažnja će biti posvećena samo statističkoj obradi ovog značajnog parametra snega a ne i načinu dobijanja koji se vezuje za podatke visine (cm) i gustine (gr/cm^3) snega. Sadržina vode u snežnom pokrivaču je značajan parametar snega i u tom smislu je potrebno pri svakom regionalnom opisivanju snežnih prilika navesti i koliko je procenata od ukupnih padavina palo u vidu snega.

Akademik profesor dr Pavle Vujević u svom udžbeniku "Klimatološka statistika", Beograd, 1956. godine, navodi:"Udeo snega je prilično neznatan u nižim krajevima naše države, oko 8-15%, od ukupne godišnje visine padavina. On se menja u svome geografskom rasprostranjenju otprilike kao i čestina snega. Udeo snega je stoga tim izrazitiji što je veća visina".

Koliki je udeo snega u mesečnoj i godišnjoj sumi padavina u Zagreb-Griču pokazuju nam podaci iz Tabele 63.

Tabela 63.- Mesečna i godišnja visina vode (u mm) od snega u Zagreb-Griču, period od 1945. do 1960.godine

Godina \ Mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1945.	68,6	0,2	4,8	13,6	.	.	.	.	.	.	.	12,4	99,6
1946.	12,4	8,0	.	4,6	.	.	.	.	.	23,7	22,1	8,1	78,9
1947.	16,3	123,3	5,2	.	.	.	.	.	.	16,2	24,8	11,3	197,1
1948.	23,2	24,7	.	.	.	.	.	.	.	.	2,3	13,5	63,7
1949.	1,4	2,1	1,1	.	.	.	.	.	.	.	1,1	5,9	11,6
1950.	34,6	19,4	5,3	.	.	.	.	.	.	8,7	.	50,3	118,3
1951.	16,7	1,4	27,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	45,1
1952.	48,6	37,2	7,2	4,9	.	.	.	.	.	.	4,6	48,1	150,6
1953.	6,7	28,0	1,0	.	.	.	.	.	.	.	.	7,1	42,8
1954.	30,1	22,1	0,2	.	.	.	.	.	.	.	0,8	4,5	57,7
1955.	14,1	51,0	103,7	2,1	.	.	.	.	.	.	12,7	0,2	183,8
1956.	5,1	51,9	4,2	1,6	.	.	.	.	.	.	21,8	33,6	118,2
1957.	37,6	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	9,9	47,7
1958.	25,6	36,8	27,6	0,5	.	.	.	.	.	.	.	1,0	91,5
1959.	44,6	11,6	5,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	61,8
1960.	43,6	0,1	5,1	1,8	.	.	.	.	.	.	.	29,1	79,7
Σ	429,2	417,8	198,0	29,1	0,2	.	.	.	.	48,6	90,2	235,0	1 448,1
$\bar{X}$	26,8	26,1	12,4	1,8	0,0	.	.	.	.	3,0	5,6	14,7	90,5

Srednja mesečna visina vode ($\bar{X}$) od snega dobija se kada se mesečna suma visine vode od snega (Σ) podeli brojem godina (16). Najveća srednja mesečna visina vode od snega je u januaru i iznosi 26,8 mm, a približne vrednosti je srednja visina vode od snega u februaru koja iznosi 26,1 mm.

Srednja godišnja visina vode od snega dobija se zbirom godišnjih visina i deobom brojem godina. U našem primeru ta visina iznosi 90,5 mm. Procentualni udeo vode od snega izračunat je kao odnos srednje mesečne i godišnje visine vode od snega i srednje mesečne i godišnje suma padavina iz istog perioda. Srednja mesečna i godišnja suma padavina za Zagreb-Grič u periodu od 1945. do 1960. godine i odgovarajući procentualni udeo vode od snega iznose:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
$\bar{X}$	61,6	52,4	41,4	54,6	84,9	98,3	87,4	70,7	70,6	65,8	86,4	71,6	845,8
%	43,5	49,8	30,0	3,3	0,0	.	.	.	.	4,6	6,5	20,5	10,7

Podaci pokazuju da je najveći udeo vode od snega u srednjoj mesečnoj sumi padavina u februaru, i iznosi 49,8%. Godišnji udeo vode od snega izračunat kao odnos (90,5:845,8).100 iznosi 10,7% i uklapa se u interval godišnjeg udela vode od snega u godišnjoj sumi padavina, koji se za niže krajeve naše zemlje kreće od 8% - 15%.

20. OBRADA VETRA

Profesor dr Marko Milosavljević u svom udžbeniku "Klimatologija"(Beograd, 1963.) navodi:"Vetar je kao klimatski elemenat toliko važan da se često u izvesnim slučajevima smatra kao faktor koji odredjuje klimu". Vremenske promene su u zavisnosti od kretanja vazdušnih masa, odnosno od osobina koje sa sobom donose te vazdušne mase. Te vremenske promene izazvaće uticajem vetra prvenstveno se ogledaju u promeni temperature vazduha, vlažnosti vazduha, padavina, oblačnosti, isparavanja itd. Vetar, kao meteorološka pojava, uslovljava odnosno upliviše ljudsku ugodnost (prijatnu ili neprijatnu) i delatnost. To uslovljavanje i uplivisanje na ljudsku ugodnost ogleda se uticajem vetra na osećanje toplote, tj. na fiziološku temperaturu, kao i na povećanje isparavanja ljudske kože. Takodje, razne privredne delatnosti, a prvenstveno poljoprivreda, elektroprivreda, gradjevinarstvo, saobraćaj, šumarstvo i druge u zavisnosti su od pravca i jačine (brzine) vetra. Uzimajući u obzir značaj vetra kao meteorološke pojave, kao i vektorsku prirodu vetra (pravac, smer i jačinu-brzinu), statističkoj obradi vetra i grafičkim prikazima obrade prilazi se, donekle, na način različit od već opisanih načina obrade meteoroloških elemenata i pojava. Statistička obrada vetra sastoji se prvenstveno u iskazivanju čestina pravca vetra (apsolutnih ili relativnih), a grafički prikaz te obrade u vektorskom predstavljanju.

Medjutim, pri statističkom prikazivanju jačina (brzina) vetra iz raznih pravaca i izračunavanju čestina jačina (brzina) po intervalima, koriste se već uobičajeni načini obrade koji su se koristili kod kontinuiranih meteoroloških elemenata.

20.1. Srednja dnevna jačina i brzina vetra

Jačina vetra odredjuje se, bez instrumenata, pomoću Boforove skale. Za označavanje jačine vetra po ovoj skali upotrebljavaju se brojevi od 0 - 12, gde 0 (nula) znači tišinu, a brojevi 1, 2, 3 itd., označavaju postepeno sve jači i jači vetar, tako da broj 12 označava najjači vetar. Upotreba Boforove skale za ocenu jačine vetra obavezna je na meteorološkim stanicama, bez obzira da li na stanici postoje instrumenti za merenje brzine vetra ili ne.

Način izračunavanja srednje dnevne i dekadne jačine vetra iz terminskih osmatranja (07, 14, i 21 čas po lokalnom vremenu) prikazan je primerom datim u Tabeli 64.

Srednja dnevna jačina vetra izračunava se zbirom terminskih jačina (bez obzira na pravac) i deobom brojem termina, u našem slučaju sa 3.

Ukoliko je odredjivanje jačine vetra vršeno u 8 termina (01, 04, 07, 10, 13, 16, 19 i 22 časa po zvaničnom srednjoevropskom vremenu), zbir terminskih jačina deli se sa 8, čime se dobija srednja dnevna jačina vetra.

Tabela 64.- Pravac i jačina vetra prve dekade januara 1975. godine u Čemernom

Termini / Dan	07		14		21		Srednja dnevna jačina
i	Pravac	Jačina	Pravac	Jačina	Pravac	Jačina	
1.	W	7	NE	2	SW	4	4,3
2.	NNE	7	NE	7	W	6	6,7
3.	NE	3	NW	4	NW	5	4,0
4.	N	2	NE	2	NW	3	2,3
5.	W	3	NE	2	SW	2	2,3
6.	-	0	-	0	-	0	0,0
7.	SW	2	SW	4	SW	2	2,7
8.	S	2	W	2	N	5	3,0
9.	NW	6	N	5	NE	4	5,0
10.	NE	1	SW	1	N	1	1,0
$\bar{X}$		3,3		2,9		3,2	3,1

Srednja dekadna jačina vetra ($\bar{X}$), dobijena zbirom srednjih dnevnih jačina podeljenim brojem dana ili zbirom srednjih terminskih jačina podeljenim sa 3, iznosi 3,1 bofor. Simboli za 6. januar (Tabela 64) "-, 0" znače da toga dana nije bilo merljive jačine vetra u terminima osmatranja (07, 14, i 21 čas), pa je analogno tome i srednja dnevna jačina 0,0 bofora.

Brzina vetra jeste predjeni put vazduha u jedinici vre-

mena. Izražava se u metrima na sekund (m/sec), kilometrima na čas (km/čas),morskim miljama na čas (milja/čas) i čvorovima (1 čvor = 1 morska milja na čas, 1 morska milja = 1 853 m).

U anglo-saksonskim zemljama za izražavanje brzine vetra, osim prethodnih jedinica, upotrebljava se i milja na čas (1 engleska milja = 1 609 m).

Odnosi navedenih jedinica za izražavanje brzine vetra prikazani su Tabelom 65. Odnos jačine vetra koja se izražava u Boforima i brzine vetra (m/sec) dat je tabelom u prilogu knjige.

Tabela 65.- Odnosi izmedju različitih jedinica brzine vetra

	m/sec	km/čas	milja/čas	čvor
m/sec	1,000	0,278	0,447	0,512
km/čas	3,600	1,000	1,609	1,853
milja/čas	2,237	0,621	1,000	1,512
čvor	1,943	0,540	0,868	1,000

Srednja dnevna brzina vetra dobija se na isti način kao i srednja dnevna jačina vetra, tj. uvek se zbir registrovanih brzina ustaljenih termina deli brojem termina. Srednje terminske brzine i srednja dekadna brzina,dobijene pretvaranjem srednjih terminskih i dekadne jačine vetra iz Tabele 64, pomoću tabele u prilogu knjige iznose: 5,0, 4,1, 4,8, i 4,6 m/sec. U daljem prikazivanju režima vetra i njegovoj statističkoj obradi upotrebljavaće se jačina i brzina u zavisnosti od toga da li su izvorni podaci dati kao jačina vetra ili pak izmereni kao brzina vetra.

20.2. Pravac vetra

Pravac vetra se obeležava stranom sveta odakle vetar duva. Ako, na primer, vetar duva od severa - to je severni, ako duva od istoka -to je istočni, od jugozapada - jugozapadni, itd. Strane sveta, odnosno pravci vetra računaju se po geografskom, a ne po magnetnom severu.

Pojedine strane sveta, pa prema njima i pravci vetra, označavaju se početnim slovima njihovih naziva na engleskom jeziku, gde su slovima N (North - sever), E(East - istok), S(South - jug) i W (West-zapad) označena četiri glavna pravca. Kombinacijom ovih početnih slova obeleženi su i svi ostali pravci, kao što se vidi iz pregleda koji sledi:

Naš naziv medjunarodnih skraćenica	Medjunarodne skraćenice	Naziv medjunarodnih skraćenica	Stepeni
Sever-severoistok	NNE	North-North-East	22,5
Severoistok	NE	North-East	45
Istok-severoistok	ENE	East-North-East	67,5
Istok	E	East	90
Istok-jugoistok	ESE	East-South-East	112,5
Jugoistok	SE	South-East	135
Jug-jugoistok	SSE	South-South-East	157,5
Jug	S	South	180
Jug-jugozapad	SSW	South-South-West	202,5
Jugozapad	SW	South-West	22,5
Zapad-jugozapad	WSW	West-South-West	247,5
Zapad	W	West	270
Zapad-severozapad	WNW	West-North-West	292,5
Severozapad	NW	North-West	315
Sever-severozapad	NNW	North-North-West	337,5
Sever	N	North	360

Da bi se jasnije predstavila čestina vetrova - broj pojave vetra iz odredjenog pravca- koristi se grafički prikaz, koji se naziva ruža vetrova. Ruža vetrova može imati 4, 8, 16, 32 i 36 pravaca. Kad se pored glavnih pravaca (N, E, S, W) uzmu i glavni medjupravci (NE, SE, SW, NW), onda je to ruža vetrova od 8 pravaca. Daljom podelom dobija se ruža vetrova od 16 i 32 pravca (Slika 22). Ružu vetrova od 36 pravaca čini krug sa podelom na razmaku od 10^{o}, dakle od 1 - 36, kao što se vidi na slici 22a. Ova je ruža medjunarodno usvojena za razmenu meteoroloških podataka u šifrovanom obliku i za označavanje pravca visinskih vetrova. Za razliku od ruže vetrova od 32 pravca, gde je N=32, E=8, S=16, W=24, kod ruže od 36 pravaca je N=36, E=9, S=18, W=27. Svaki broj ruže vetrova od 32 pravca, tj. od 1-32, odgovara ugaonoj razlici od $360:32=11^{o}25'$.

Pretvaranje pravaca vetra sa ruže vetrova od 32 pravca na ružu vetrova od 36 pravaca i obratno dato je tabelom u prilogu knjige.

20.3. Čestina pravaca i srednja jačina vetra

Obrada čestine pravaca i srednje jačine vetra može biti pojedinačna, a može i zajednička, zavisno od namene. U našem izlaganju biće prikazana zajednička obrada čestine pravaca i jačine vetra, korišćenjem osmatranja u terminima 07, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu.

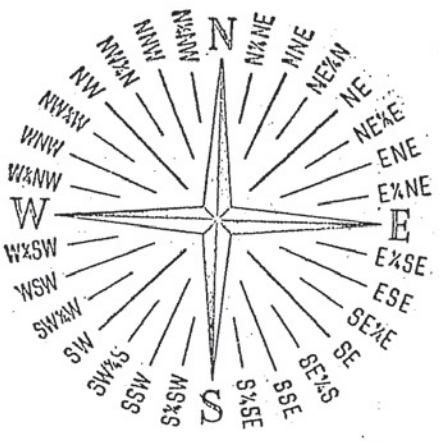
Da bi se stekao uvid o režimu vetra u nekom mestu i dobi-

li podaci o rasporedu vetrova i njihovih jačina, potrebno je za to mesto imati osmatranja vetra najmanje 10 uzastopnih godina.

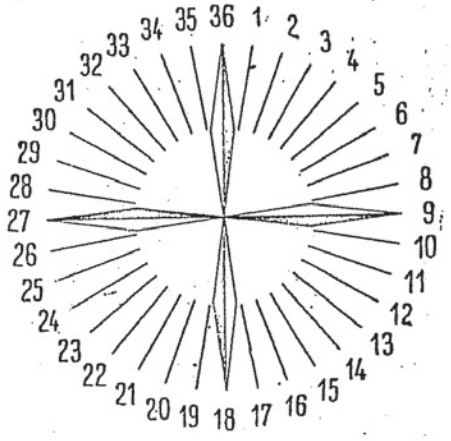
Pri odredjivanju rasporeda vetrova mora se odrediti čestina vetra, tj. broj javljanja vetra iz dotičnog pravca u procentima ili promilima, gde se za 100% ili 1 000‰ uzima ukupan broj svih pravaca vetrova i tišina osmotrenih u tom celom periodu (pri osmatranjima u navedenim terminima 07, 14 i 21 čas). Pošto se vrši zajednička obrada čestina i njihovih jačina, potrebno je sem čestina pravaca vetrova i tišina, odrediti i srednje jačine vetrova u boforima, pojedinačno za svaki pravac. Način takve obrade vetra prikazan je na primeru (Tabela 66) čestina pravaca i srednje jačine vetra u januaru 1954. godine na Zlatiboru. Osmatranja vetra su vršena u 16 pravaca, a konačna obrada za taj mesec data u 8 pravaca, dobijenih svodjenjem sa 16 na 8. U Tabeli 66 ima 93 čestine pojave vetra (31.3=93)sa odgovarajućim jačinama. Srednje terminske jačine ($\bar{X}_j$) dobijaju se kada se saberu sve jačine meseca januara u tom terminu i zbir podeli brojem čestina (u našem slučaju sa 31). Na osnovu podataka iz Tabele 66, dobija se čestina pojave pravca vetra i njihova srednja jačina (Tabela 66a).

Srednja jačina pravca dobija se kada se ukupna jačina (Σ_j) odredjenog pravca podeli brojem čestina pravca ($\Sigma_{\check{c}}$). Tako, na primer u januaru, vetar iz pravca N pojavio se 7 puta ($\Sigma_{\check{c}}=7$), sa zbirom jačina 17 ($\Sigma_j=17$). Srednja jačina vetra iz pravca N je 17:7=2,4, tj. $\bar{X}_j=2,4$ bofora.

Kontrola ispravnosti prebrojavanja pravaca iz Tabele 66 i grupisanja čestina odgovarajućih pravaca iz Tabele 66a, vrši se na taj način što zbir čestina svih pravaca i zbir tišina (C) mora biti jednak broju osmatranja, tj. u našem slučaju 93. Svodjenje sa 16 na 8 pravaca vrši se iz razloga što je ruža vetrova sa 8 pravaca "preglednija" i što podaci o pravcu izmedju glavnog pravca i



Slika 22.- Pravci za ružu vetrova od 32 pravca



Slika 22a.- Pravci za ružu vetrova od 36 pravaca

glavnog medjupravca, tj. podaci medju-medju pravca, nisu u toj meri pouzdani da bi im se posvećivala posebna pažnja u grafičkom prikazu, odnosno pri konačnoj obradi ruže vetrova. Ovo ne znači da pravilo stalno važi pri izradi ruže vetrova. Naprotiv, ako su podaci medju-medju pravaca pouzdani (dobijeni registrirnim putem ili očitavanjem na instrumentu, a ne vizuelnom ocenom), tada se za posebne namene u konačnom obliku ruža vetrova prikazuje i u 16 pravaca.

Tabela 66.- Pravci i odgovarajuće jačine vetra u 07, 14 i 21 čas januara 1954.godine na Zlatiboru

Dan \ Termini	7	14	21
1.	NNE 1	NNE 2	NNE 1
2.	NNE 2	N 3	-0
3.	ESE 1	SW 1	SSW 3
4.	SSW 1	NNE 2	NNE 2
5.	-0	NNE 1	NNE 2
6.	ENE 1	NNE 2	SE 3
7.	ESE 4	SE 2	NNE 2
8.	NNE 1	NNE 2	NE 1
9.	NE 2	N 3	NNE 2
10.	-0	NNE 1	SW 2
11.	SW 2	SW 3	NNW 2
12.	WSW 3	SSW 3	SW 3
13.	WSW 2	WNW 2	SW 3
14.	SSW 5	SSW 5	SSW 2
15.	ESE 3	NNE 2	-0
16.	SSW 6	SSW 6	SSW 4
17.	NNW 1	NNE 1	SSW 4
18.	NNW 1	N 2	N 4
19.	NNW 2	NNW 3	WSW 2
20.	SW 4	SW 5	SW 5
21.	SW 7	SW 5	NNE 2
22.	NNE 2	NNE 1	N 1
23.	NNE 1	N 2	N 2
24.	NNE 1	NNE 2	NNE 1
25.	NNW 1	NNW 1	-0
26.	WSW 3	SW 2	SSW 3
27.	SSW 2	NNE 2	NE 1
28.	NE 1	NNE 2	NNE 1
29.	SW 2	SW 1	NNE 2
30.	NNE 2	NNE 2	NNE 2
31.	NNE 2	NNE 1	NE 1
$\bar{X}_j$	2,1	2,3	2,0

Tabela 66a.- Čestina pojave pravaca vetra (č) i njihova srednja jačina ($\bar{X}_j$) po terminima januara 1954. godine na Zlatiboru

Termini \ Pravac		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
7	č	.	9	2	1	.	3	.	.	.	4	4	3	.	.	.	3	2
	j	.	13	3	1	.	8	.	.	.	14	15	8	.	.	.	4	
14	č	4	14	.	.	.	.	1	.	.	3	6	.	.	2	.	1	.
	j	10	23	.	.	.	.	2	.	.	14	17	.	.	3	.	3	
21	č	3	10	3	.	.	.	1	.	.	5	4	1	.	.	.	1	3
	j	7	17	3	.	.	.	3	.	.	12	13	2	.	.	.	2	
Σ	č	7	33	5	1	.	3	2	.	.	12	14	4	.	2	.	5	5
	j	17	53	6	1	.	8	5	.	.	44	45	10	.	3	.	9	
$\bar{X}_j$		2,4	1,6	1,2	1,0	.	2,7	2,5	.	.	3,7	3,2	2,5	.	1,5	.	1,8	

Svodjenje sa 16 na 8 pravaca vrši se tako što se polovina čestina i jačina medju-medju pravaca doda susednom glavnom pravcu i glavnom medjupravcu. Ukoliko je broj čestina paran a zbir jačina neparan, veći deo neparnih čestina (višak) se dodaje susednom pravcu koji ima zabeležen veći broj čestina. Kad je broj čestina isti, ovaj višak se dodaje susednom pravcu sa desne strane. Ukoliko je broj čestina neparan, a takodje i zbir jačina, ostatak od deljenja sa 2 broja čestina pravca vetra dodaje se onom od susednih pravaca koji ima veći broj čestina pojave. Ako su isti brojevi čestina pojava doda se desnom pravcu. Zbir jačina pri neparnom broju slučajeva rasporedjuje se proporcionalno broju rasporedjenih čestina pojave pravca vetra (u celim brojevima). U izuzetnim slučajevima kada bilo koji od medju-medju pravaca ima samo jednu čestinu pojave i jačinu od 1 bofora, ti podaci se dodaju susednom pravcu koji ima više čestina pojave. Pri istom broju čestina pojave, dodaju se desnom susednom pravcu. Postupajući po navedenim postupcima, dobijamo vetar u 8 pravaca sa odgovarajućim jačinama.

Čestina vetrova u 8 pravaca sa odgovarajućim jačinama, dobijena svodjenjem sa 16 pravaca iz tabele 66a, data je tabelom 66b.

Da bi se proverila ispravnost rada u svodjenju čestina i jačina sa 16 na 8 pravaca, potrebno je prokontrolisati zbir čestina pravaca, koji mora i posle svodjenja biti ravan zbiru čestina iz 16 pravaca (u našem slučaju 93), kao i zbir jačina koji takodje mora biti isti sa zbirom jačina od 16 pravaca vetra (u našem slučaju zbir jačina treba da iznosi 201).

Po istom postupku, uz istu kontrolu, vrši se i svodjenje sa 8 glavnih pravaca i glavnih medjupravaca na 4 glavna pravca. Na isti način kako su izračunate sume čestina i jačina za januar 1954. godine, postupa se i za ostale mesece. Razlika je u tome što broj osmatranja vetra zavisi od broja dana u

mesecu, tako da se kreće od 84 (februar obične godine), 87 (februar prestupne godine) do 93 za mesece sa 31 danom.

Način statističke obrade za ružu vetrova u januaru za period od 1954. do 1963. godine na Zlatiboru prikazan je pomoću podataka datih u Tabeli 67, gde su za 1954. godinu uključene već izračunate sume čestina i jačina pravaca vetra iz Tabele 66b.

Tabela 66b.- Čestina vetrova u 8 pravaca sa odgovarajućim jačinama po terminima januara 1954. godine na Zlatiboru

Termini \ Pravac	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		C
	č	j	č	j	č	j	č	j	č	j	č	j	č	j	č	j	
7	6	9	8	11	1	3	2	5	2	7	8	27	1	3	1	1	2
14	12	25	7	11	.	.	1	2	1	5	8	26	1	1	1	2	.
21	9	17	8	12	.	.	1	3	2	6	8	25	.	.	.	.	3
Σ	27	51	23	34	1	3	4	10	5	18	24	78	2	4	2	3	5
$\bar{X}_j$		1,0		1,5		3,0		2,5		3,6		3,2		2,0		1,5	

Tabela 67.-Čestina pravaca vetra i ukupna jačina u januaru za period, 1954. do 1963. godine na Zlatiboru

Pravac / Godina	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		C
	č	j	č	j	č	j	č	j	č	j	č	j	č	j	č	j	
1954.	27	51	23	34	1	3	4	10	5	18	24	78	2	4	2	3	5
1955.	11	17	11	17	1	2	5	13	22	69	35	116	4	5	1	1	3
1956.	12	27	18	37	1	1	1	1	24	84	33	113	1	2	1	2	2
1957.	13	32	14	32	4	7	5	9	20	73	21	80	3	4	10	30	3
1958.	21	44	11	21	2	4	4	8	14	56	34	116	4	10	3	5	.
1959.	24	53	8	15	1	1	2	4	18	75	33	121	2	4	5	7	.
1960.	11	28	14	31	3	7	3	6	10	32	37	142	11	36	2	2	2
1961.	10	21	21	49	4	4	.	.	30	104	22	82	2	3	4	8	.
1962.	14	32	17	38	5	10	3	4	20	77	30	116	4	12	.	.	.
1963.	29	96	16	49	.	.	1	4	20	96	19	84	2	6	5	11	1
Σ	172	401	153	323	22	39	28	59	183	684	288	1048	35	86	33	69	16
$\bar{X}_j$		2,3		2,1		1,8		2,1		3,7		3,6		2,4		2,1	

Ukupna suma čestina svih pravaca za 10 godina iznosi 930. Ako smo ispravno računali ta suma mora biti jednaka proizvodu (10 . 31 . 3), tj. broju svih osmatranja vetra u januaru u 3 termina za 10-godišnji period.

Srednje jačine pravaca ($\bar{X}_j$) za desetogodišnji period u januaru dobijene su kao odnos ukupne jačine pravca za taj period i ukupne čestine istog pravca. Po podacima iz Tabele 67 vidi se da najveću srednju jačinu u 10-godišnjem periodu u januaru na Zlatiboru ima vetar iz pravca jug (S) i iznosi 3,7 bofora, odnosno 5,9 m/sec ili 21,2 km/čas.

Ukupne čestine pojave vetrova iz Tabele 67 prikazane su u promilima (Tabela 67a) i predstavljaju ružu vetrova na Zlatiboru za januar od 1954. do 1963. godine (slika 23).

Ove ukupne čestine pravaca, radi bolje preglednosti, a prvenstveno radi otklanjanja uticaja nejednake dužine meseci, izražavamo, zajedno sa tišinama u procentima ili u promilima. Način izražavanja je sledeći: u našem primeru (Tabela 67) ima ukupno 930 čestina. Prostom proporcijom odnosa (X : 1 000 = 1 : : 930) dobija se da jedna čestina "iznosi" 1,0753‰. Ako jedna čestina ima vrednost od 1,0753‰, onda će 172 čestine pravca N (sever) imati 172 . 1,0753‰ = 184,95‰, a 153 čestine pravca NE (severoistok) imati 153 . 1,0753‰ = 164,52 ‰ itd.

Na ovaj način se dobijaju relativne čestine pravaca vetra u promilima sa odgovarajućim srednjim jačinama (Tabela 67a) u boforima.

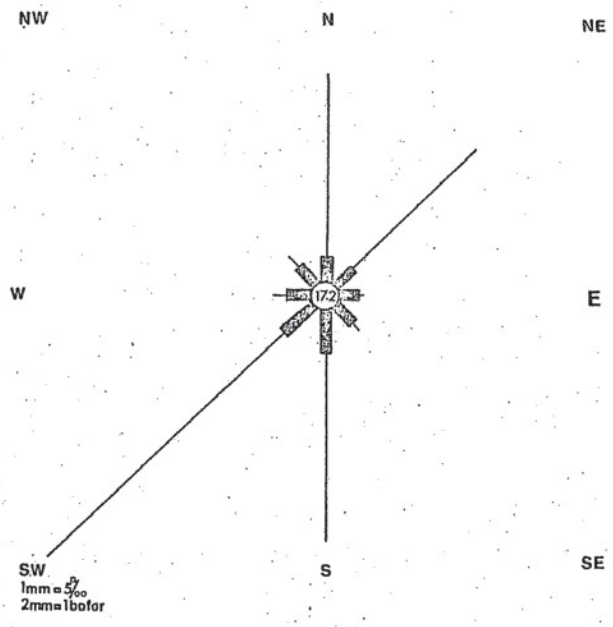
Tabela 67a. - Čestine pravaca u promilima i srednje jačine u boforima na Zlatiboru za januar od 1954. do 1963. godine.

Pravci	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	Σ
‰	184,9	164,5	23,7	30,1	196,8	309,7	37,6	35,5	17,2	1 000
$\bar{X}_j$	2,3	2,1	1,8	2,1	3,7	3,6	2,4	2,1		

Uvidom u ružu vetrova dolazi se do saznanja da je najčešći vetar u januaru na Zlatiboru iz pravca SW koji je zastupljen, od ukupnog broja čestina pravaca za 10-godišnji period, sa 309,7‰ i srednjom jačinom ($\bar{X}_j$) od 3,6 bofora. Akademik profesor dr Pavle Vujević u svom udžbeniku "Klimatološka statistika" (Beograd, 1956) navodi: "Treba upozoriti i na činjenicu da mnoga mesta imaju izrazit dnevni period pravca vetra, osobito u toplijim mesecima. Vetar se gotovo pravilno menja sa prividnim sunčevim kretanjem: jutro ima drugi pravac od večeri. Stoga je neophodno da se, u takvim mestima, čestina vetrova iz raznih pravaca prikaže za pojedine časove dana ako postoji anemograf. Drugim rečima, za takva mesta treba nacrtati i ruže vetrova pojedinih časova dana u istom mesecu ili godišnjem dobu". Po istom postupku opisanom za izradu januarske ruže vetrova postupa se i pri izradi ostalih ruža vetrova, kao na primer za godišnje doba, za vegetacioni period, za godinu itd. Potrebno je istaći da se za posebne namene, pravac i jačina

vetra prikazuju i terminskim ružama vetrova, odnosno časovnim ružama vetrova, ako su podaci dobijeni anemografom.

Pri grafičkom prikazivanju ruže vetrova, mora se voditi računa o odnosu pravca sa najvećom čestinom i pravca sa najmanjom čestinom. Taj odnos mora da bude tako podešen da pruža mogućnost realnog uvida u režim strujanja, a takodje i odnos najvećih i najmanjih jačina ili brzina mora biti usaglašen sa realnom razmerom. Tišine (C) se obično ucrtavaju u numeričkom iznosu, bilo u promilima ili procentima, u centar kruga nad kojim prikazujemo ružu vetrova.

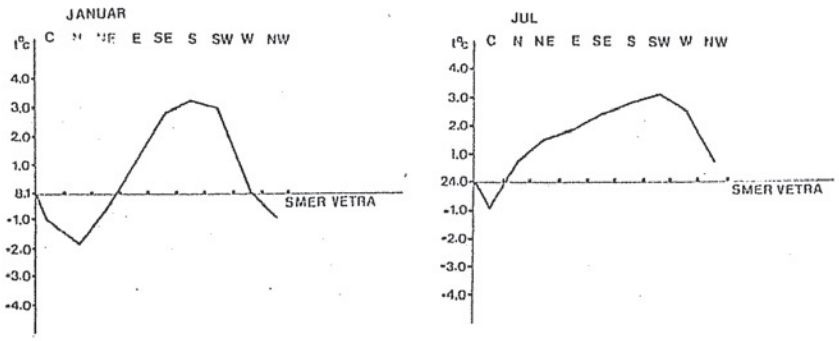


Slika 23.- Ruža vetrova na Zlatiboru u januaru od 1954. do 1963. godine

20.4. Statistička obrada meteorološko-fizičkog obeležja vetra

U Paragrafu 20 napomenuto je da se vremenske promene izazvane uticajem vetra prvenstveno ogledaju u promenama temperature, vlažnosti vazduha, padavina i oblačnosti. Da bi se videlo kakav intenzitet tih promena (pod uticajem raznih pravaca vetra), odnosno kakva meteorološko-fizička obeležja vremena donosi ili uslovljava odredjeni pravac vetra, potrebno je statistički dokazati i posebnim ružama vetrova prikazati to obeležje, na značajnim meteorološkim elementima,kao što su: temperatura vazduha, padavine, relativna vlažnost, oblačnost itd. Te posebne ruže vetrova koje pokazuju odstupanje od normalne temperature, odstupanje od normalne vlažnosti vazduha, odstupanje od normalne oblačnosti i odstupanje od normalne sume padavina, pri raznim pravcima vetrova nazivaju se: termička,atmička, nefička i ombrička ruža vetrova.

Statistička obrada koja treba da pokaže veličinu odstupanja ovih elemenata od normalnih vrednosti istih pri raznim pravcima vetrova, sastoji se u sledećem: pri svakoj čestini svakog pravca vetra (osam ili šesnaest pravaca i tišina) za period za koji se obradjuje jedna od navedenih ruža vetrova, proračunava se odgovarajuća srednja vrednost elementa (srednja temperatura pojedinačno pri svim pravcima vetra ili srednja oblačnost pojedinačno pri svim pravcima vetra itd.) i takva srednja vrednost uporedjuje se sa normalnom srednjom vrednošću tog elementa da bi se našla razlika. Na osnovu numeričke vrednosti te razlike ceni se i uticaj vetra na promenu nekog od navedenih elemenata, u odnosu na normalnu vrednost elementa. Termička ruža vetrova za januar i jul prikazana je za Budvu na osnovu perioda osmatranja od 1949. do 1968. godine (slika 24).



Slika 24.- Odstupanja temperature januara i jula od normalne temperature tih meseci pri vetrovima iz raznih pravaca u Budvi za period od 1949. do 1968.godine

Normalna januarska temperatura u Budvi iznosi 8,1°C, a julska 24,0°C. Srednje mesečne temperature januara i jula pri pravcima vetra (osam pravaca) za ovaj 20-godišnji period odstupaju od normalnih temperatura ($\geq$ 30 godina osmatranja) januara i jula, računatih na uobičajen način prema uvidu iz slike 24. Ova slika predstavlja poseban grafički prikaz termičke ruže vetrova, tj. grafički prikaz odstupanja temperature januara i jula pri vetrovima iz raznih pravaca.

Grafički prikaz (slika 24) za januar pokazuje da su vetrovi iz pravca N (sever), NE (severoistok) i NW (severozapad) hladni, tj. da se pri strujanjima vazduha iz tih pravaca smanjuje temperatura u odnosu na njenu normalnu vrednost, i to u proseku za 1,7°C pri vetru iz pravca N, za 0,5°C pri vetru iz pravca NE i 0,7°C pri vetru iz pravca NW. Pri tišinama (C) smanjenje srednje temperature januara od normalne januarske iznosi 0,9°C.

Vetrovi iz južnog kvadranta: SE, S i SW uslovljavaju povećanje temperature u januaru u odnosu na njenu normalnu vrednost, i to u proseku za 2,8°C pri vetru iz jugoistočnog pravca, 3,3°C pri vetru iz južnog pravca i 3,1°C pri vetru iz jugozapadnog pravca. Znači, vetrovi iz južnog kvadranta, koji donose Budvi osobine morske klime, mogu se nazvati toplim vetrovima. Kada duvaju u januaru,

uslovljavaju višu temperaturu od normalne u proseku za oko 3,1°C.

Grafički prikaz (slika 24) za jul pokazuje da se pri svim pravcima vetra u toku ovog meseca povećava temperatura od normalne. Ovo povećanje kreće se od 0,6°C (NW) do 3,1°C(SW). Pri tišinama u julu se smanjuje temperatura u odnosu na normalnu za 0,9°C. Iz ovog prikaza se vidi da su meteorološko-fizičke osobine vetrova u julu mesecu u Budvi takve da se, u pogledu temperature, mogu okarakterisati kao topli vetrovi. Isti postupak statističkog proračunavanja primenjuje se i pri obradi ostalih ruža vetrova koje su nazvane: atmičkom (vetar-relativna vlažnost vazduha), nefičkom (vetar-oblačnost) i ombričkom (vetar-padavine).

21. OBRADA OSUNČAVANJA

Pod pojmom osunčavanja podrazumeva se dužina trajanja sijanja Sunca, koje se odredjuje za dan, mesec, sezonu, vegetacioni period,godinu itd.

U svakoj od navedenih vremenskih jedinica dužina trajanja sijanja Sunca se izražava u časovima i desetim delovima njegovog sijanja. Broj časova sijanja Sunca u toku dana, meseca, godišnjoj sumi i ostalim dužim vremenskim periodima, kao što su kvinkvenije (petogodišnje sume) i decenije, sam po sebi je bitna klimatska karakteristika, a sem toga taj se pokazatelj koristi za izračunavanje suma Sunčeve radijacije kada nedostaju merenja Sunčeve radijacije u nekoj tački. Broj časova trajanja sijanja Sunca u bilo kojoj tački zavisi od dužine dana i naravno od geografske širine mesta. Prema tome, sem stvarnog registrovanog trajanja sijanja Sunca, koristi se u obradi i njegov odnos, tj. odnos stvarnog trajanja i teoretske mogućnosti trajanja sijanja Sunca pri vedrom vremenu od njegovog izlaska do zalaska. Ovaj odnos se zove relativna vedrina neba.

Da bi se statistički obradila i pružila mogućnost za analizu stvarnog trajanja sijanja Sunca, potrebno je znati i trajanje potencijalnog (mogućeg) sijanja Sunca.

Ovo potencijalno ili moguće trajanje sijanja Sunca predstavlja ukupno moguće trajanje njegovog sijanja u časovima, kad bi Zemlja bila ravna i kad ne bi bilo oblaka (potpuno vedro). U stvari, to je ukupan broj časova u kojima se Sunce u toku dana nalazi iznad horizonta, tj. od izlaska do zalaska. Tabela potencijalnog (mogućeg) trajanja sijanja Sunca, izraženog u časovima za našu zemlju, data je u prilogu knjige. S obzirom da potencijalno trajanje sijanja Sunca zavisi od geografske širine i doba godine, to je i tabela (u prilogu) obuhvatila položaj naše zemlje po geografskoj širini (41° do 47°) i sve mesece u godini sa analognim geografskoj širini potencijalnim trajanjem sijanja Sunca u časovima. Relativna vedrina neba ili relativno trajanje sijanja Sunca predstavlja odnos izmedju stvarnog trajanja i potencijalnog trajanja sijanja Sunca i izražava se u procentima. Pored

navedenih karakteristika za statističko prikazivanje trajanja sijanja sunca, potrebno je prikazati i karakteristike kao što je i srednji broj časova sa sijanjem sunca na jedan dan.

21.1. Mesečne i godišnje sume sijanja sunca

Mesečne sume sijanja sunca dobijaju se kad se saberu dnevna trajanja sijanja sunca. Dnevno trajanje sijanja sunca u časovima odredjuje se pomoću instrumenta.

Dnevno trajanje sijanja Sunca u časovima, kao i mesečna suma, dato je na primeru podataka za Hvar u julu 1968. godine.

Mesečna suma jula 1968. godine u Hvaru (Tabela 68) iznosi 400,6 časova i dobijena je zbirom suma dnevnih trajanja sijanja Sunca.

Iste godine u istom mesecu Beograd i Zagreb imali su mesečnu sumu koja iznosi 300,1 odnosno 302,1 časova.

Po podacima Tabele 68 vidi se da je maksimalno trajanje sijanja sunca u toku jednog dana na Hvaru bilo 14,0 časova, a minimalno 9,1 časova.

Godišnje sume trajanja sijanja sunca dobijaju se zbirom mesečnih suma trajanja sijanja sunca.

Godišnja suma za Hvar 1968. godine dobijena zbirom mesečnih suma iznosi 2 679,3 časova (Tabela 68a).

U istoj godini (1968) godišnje sume sijanja sunca u Beogradu i Zagrebu iznosile su 2 062,8, odnosno 1 881,0 časova. Srednje mesečne i godišnje sume sijanja sunca dobijaju se zbirom za duži period ($\geq$ 20 godina) mesečnih i godišnjih suma trajanja sijanja sunca i deobom sa brojem meseci odnosno godina.

Srednje mesečne i godišnje sume trajanja sijanja sunca, dobijene po podacima iz perioda od 1951. do 1970.godine, prikazane su Tabelom 69.

Radi uporedjenja sa stvarnim trajanjem sijanja sunca, datim Tabelom 69, prikazane su procentualne sume relativnog trajanja sijanja sunca, izračunatog na prethodno opisan način uz korišćenje tabele (u prilogu), za ista mesta (Hvar, Beograd, Ljubljana) i isti period (Tabela 69a).

Pri korišćenju podataka za potencijalno (moguće) trajanje sijanja sunca (tabela u prilogu), za Hvar je uzeto da se nalazi na oko 43°, Beograd 45°, a Ljubljana 46° severne geografske širine.

Tabela 68.- Dnevno trajanje sijanja sunca u Hvaru jula 1968.godine u časovima

Dan	Čas
1.	14,0
2.	14,0
3.	13,3
4.	12,3
5.	14,0
6.	14,0
7.	14,0
8.	13,8
9.	13,8
10.	13,3
11.	13,3
12.	12,2
13.	13,5
14.	13,8
15.	13,6
16.	13,5
17.	10,6
18.	12,3
19.	13,2
20.	10,7
21.	10,1
22.	13,6
23.	13,7
24.	12,3
25.	9,1
26.	12,4
27.	12,6
28.	13,5
29.	13,5
30.	13,4
31.	13,2
Σ	400,6

Prema podacima iz Tabele 69a vidi se da relativno trajanje sijanja sunca u toku godine iznosi na Hvaru 58,7%, Beogradu 43,8% i Ljubljani 34,2% od potencijalnog ili mogućeg trajanja sijanja sunca.

21.2. Srednji broj časova sa sijanjem sunca na jedan dan

Ova karakteristika sijanja sunca predstavlja

dju stvarnog broja časova sa sijanjem sunca u jednom mesecu i broja dana u tom mesecu.

Tabela 68a.-Mesečne i godišnja suma sijanja sunca u Hvaru 1968.godine

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
129,2	102,9	244,2	278,5	242,1	292,5	400,6	293,6	234,3	231,4	125,4	104,6	2 679,3

Tabela 69. - Srednje mesečne i godišnje sume trajanja sijanja sunca Hvara, Beograda i Ljubljane, u periodu od 1951. do 1970. godine

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Hvar	127,2	139,7	191,0	237,6	288,9	325,3	370,6	342,6	260,1	209,1	123,2	101,6	2 716,9
Beograd	68,5	88,2	138,2	183,6	223,6	225,8	292,5	273,8	219,6	174,2	87,2	55,5	2 060,7
Ljubljana	42,5	73,7	119,9	161,8	205,7	219,1	256,9	226,8	157,1	112,6	44,2	26,8	1 647,1

Tabela 69a. - Relativno trajanje sijanja sunca u % Hvara, Beograda i Ljubljane, u periodu od 1951. do 1970. godine (po podacima stvarnog trajanja sijanja sunca iz Tabele 69)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Hvar	43,5	47,3	51,6	59,0	63,5	70,8	79,7	79,5	69,4	61,2	42,2	36,2	58,7
Beograd	24,3	30,2	37,3	45,3	48,5	54,8	62,0	62,9	58,4	51,4	30,4	20,2	43,8
Ljubljana	15,0	25,4	32,4	39,7	44,4	46,5	54,1	51,8	41,8	33,3	15,6	9,9	34,2

Tabela 70. - Srednji broj časova sa sijanjem sunca na jedan dan u Hvaru, Beogradu i Ljubljani, za period od 1951. do 1970. godine

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hvar(čas/dan)	4,1	5,0	6,2	7,9	9,3	10,8	12,0	11,0	8,7	6,7	4,1	3,3
Beograd(čas/dan)	2,2	3,2	4,5	6,1	7,2	8,5	9,4	8,8	7,3	5,6	2,9	1,8
Ljubljana(čas/dan)	1,4	2,6	3,9	5,4	6,6	7,3	8,3	7,3	5,2	3,6	1,5	0,9

Kako se vrednosti ove veličine kreću u Hvaru, Beogradu i Ljubljani, vidi se iz Tabele 70. Podaci u Tabeli 70 dobijeni su korišćenjem podataka stvarnog trajanja sijanja sunca iz Tabele 69.

Iz podataka Tabele 70 vidi se da sunce u sva tri navedena mesta, u toku dana najviše sija u julu, a najmanje u decembru.

III D E O

PROSTORNO UPOREDJENJE METEOROLOŠKIH ELEMENATA I POJAVA

22. ODNOS MEDJU ISTIM METEOROLOŠKIM ELEMENTIMA I POJAVAMA U DVE RAZLIČITE TAČKE

Dosadašnja izlaganja o statističkoj obradi i analizi meteoroloških elemenata odnosila su se na statističke postupke koji imaju za predmet pripremu za proučavanje strukture elemenata, uglavnom prema jednoj karakteristici odnosno jednom obeležju sredjenom u obliku raspodele. Mnogi problemi u meteorologiji kojima se ona bavi i koje ona objašnjava, i za koje daje rešenje, zahtevaju primenu statističkih postupaka koji mogu da odgovore na pitanja da li izmedju posmatranih promenljivih (bez obzira o kome se elementu ili pojavi radi) postoji zavisnost, ako postoji kakva je, koji oblik i smer ona ima i kojom jačinom se ta zavisnost javlja. Takodje i da li jedna posmatrana promenljiva u dve i više različitih tačaka pokazuje neku prostornu zavisnost i kojom jačinom se ta zavisnost javlja.

Osnovno statističko pravilo (zasnovano na fizičkom tumačenju) u ovom smislu glasi: dva ili više meteoroloških elemenata posmatranih s obzirom na njihovu uzajamnu vezu mogu da ukažu na različite odnose. Oni mogu da budu potpuno nezavisni jedan od drugog, a mogu da pokazuju vrlo čvrstu funkcionalnu vezu tipa poznatog u izrazu $y = f(X)$, tj. izrazu zakona koji svakom elementu "X" nekog niza (kolektiva) dodeljuje odredjen elemenat "y" nekog drugog niza ili kolektiva. Naš zadatak je da se u ovom paragrafu vidi, na osnovu meteorološko-fizičkih preduslova, da li postoji neka zavisnost elementa iz različitih tačaka, tj. da li postoji prostorna zavisnost, na primer temperature vazduha izmerene istovremeno u Splitu i Dubrovniku, ili pak u Splitu i Beogradu, i ako postoji kakve je jačine ta zavisnost. Znači, naš cilj je da se odredi kakvi su odnosi u različitim tačkama jednog istog elementa, odnosno kakva je mogućnost za prostorno uporedjenje tog elementa.

Napomenuti meteorološko-fizički preduslovi su neophodni za opravdanje našeg cilja.

Ovi se preduslovi sastoje u sledećem: vremenske i klimat-

ske promene (klimatske prilike) nisu ograničene na jedno mesto, već prouzrokuju istosmerna kolebanja temperature vazduha, a i drugih elemenata do velikih rastojanja. Ovaj preduslov (koji je ilustrovan Tabelom 71) omogućava da se vrše upoređenja nizova meteoroloških elemenata u raznim delovima i iz raznih delova neke oblasti. Uticaj vremenskih i klimatskih promena (klimatskih prilika) na istosmerna kolebanja temperature vazduha na većem području (sa različitim klimatskim prilikama) najbolje nam pokazuje Tabela 71, gde su za razna mesta, u našoj zemlji, prikazane temperature ekstremnih meseci januara i jula u periodu od 1951. do 1960. godine. Iz tabele se vidi da je tendencija porasta odnosno pada temperature uslovljena vremenskim i klimatskim periodskim i neperiodskim kolebanjima istosmerna, odnosno bolje reći odražava se na vrlo velikom prostranstvu, sa različitim klimatskim prilikama (Ljubljana - Skoplje).

Tabela 71. - Srednje januarske i julske temperature u periodu od 1951. do 1960. godine za navedena mesta

Mesto \ Godina	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.
					- januar -					
Ljubljana	2,0	-2,0	-2,3	-5,2	1,1	2,0	-2,9	-2,7	0,8	-0,4
Zagreb	3,8	0,9	0,8	-3,6	1,7	3,8	-1,9	-0,5	2,2	0,8
Sarajevo	2,9	-0,6	-0,6	-6,3	2,3	0,8	-2,5	-0,8	-0,6	-1,4
Beograd	3,7	2,0	1,5	-5,1	2,5	3,3	-1,2	-0,1	1,8	0,2
Titograd	6,9	5,8	5,7	1,8	8,4	6,4	4,6	5,8	4,0	6,2
Skoplje	3,3	3,1	2,3	-3,4	3,7	1,0	-0,5	1,5	-0,2	1,1
					- jul -					
Ljubljana	19,4	21,9	20,2	17,8	19,3	19,5	19,8	20,5	20,8	18,2
Zagreb	21,0	24,4	22,4	19,4	20,8	22,0	22,0	21,7	22,2	19,5
Sarajevo	19,0	21,1	20,8	18,8	17,9	19,6	19,2	20,1	18,4	16,9
Beograd	22,0	24,4	23,6	21,5	21,2	22,4	22,8	23,6	22,3	20,4
Titograd	27,0	28,9	27,5	26,1	25,0	26,6	26,8	26,3	25,8	24,2
Skoplje	23,8	25,1	24,5	25,1	23,3	23,6	23,6	24,7	22,8	21,6

Na osnovu prethodnog može se očekivati da će taj odnos u ponašanju ili ta veza biti izražajniji, u smislu istosmernih tendencija, na manjim rastojanjima u okviru jedne klimatske oblasti. Ovaj način meteorološko-fizičkih preduslova za uvid u odnos meteorološkog elementa u raznim tačkama, odnosno za uvid u ponašanje temperature u raznim tačkama, primenjuje se i za sve ostale meteorološke elemente prilikom njihovog prostornog upoređenja. Ovi meteorološko-fizički preduslovi služe kao podloga za ispitivanje homogenosti meteoroloških nizova, interpolaciju podataka koji nedostaju u nizu meteoroloških elemenata, svođenje ili redukciju meteoroloških nizova sa ciljem upotpunjavanja kraćeg

niza,kao i za ispitivanje zavisnosti odnosno jačine i smera zavisnosti izmedju meteoroloških nizova raznih elemenata.

22.1. Homogenost meteoroloških podataka

Za jedan niz meteoroloških podataka kaže se da je homogen (relativno homogen) ako su svi podaci u tom nizu i njihove promene (njihova kolebanja) posledica vremenskih situacija koje su uzrokovane klimatskim prilikama u odgovarajućem mestu ili području.

Ako u nekom nizu meteoroloških podataka njihova kolebanja nisu uslovljena isključivo vremenskim odnosno klimatskim promenama, već nekim drugim faktorima, uticaj tih faktora narušava homogenost niza i uslovljava njegovu nehomogenost.

Nehomogenost meteorološkog niza podataka uslovljena je promenom lokacije (mesta) meteorološke stanice; promenom mikroklime u krugu i bližoj okolini kruga meteorološke stanice - nastala kao posledica dopunjenih (u odnosu na prvobitno stanje) raznih gradjevinskih objekata, raznog izraslog drveća koje svojom površinom ima uticaj na ispravnost merenja (npr. trajanja sijanja sunca), promenom metodike osmatranja i merenja (ako menja prvobitnu metodiku u smislu termina osmatranja i merenja); promenom instrumenata na stanici sa neusaglašenim korekcijama u odnosu na prvobitne; promenom osmatrača sa gledišta realne vizuelne moći za očitavanje i ocenu meteoroloških elemenata i pojava i nizom drugih faktora koji su manje uticajni od navedenih.

Prilikom statističke obrade jednog niza meteoroloških elemenata prvi zadatak je kritičko ispitivanje realnosti podataka sadržanih u nizu, odnosno ustanovljenje njegove homogenosti ili pak nehomogenosti. Da bi se ustanovila homogenost ili nehomogenost tog niza vrši se uporedjenje (Paragraf 22) sa drugim nizom, istog elementa i obeležja, sa susedne meteorološke stanice koja se nalazi u istoj klimatskoj oblasti sa približno odgovarajućom širom lokacijom kao i stanica čiji se niz osmatranja podvrgava ispitivanju homogenosti. Prilikom ispitivanja homogenosti niza sa jedne meteorološke stanice pomoću niza sa druge susedne meteorološke stanice (bazne), mora se voditi računa o tome da to moraju biti nizovi iz istog perioda osmatranja i merenja sa primenom iste metodike pri osmatranju i merenju, i da to budu, po mogućnosti, nizovi iz dužeg vremenskog perioda. Takodje se mora nastojati da se niz podataka sa jedne stanice, po mogućstvu, uporedjuje sa nizom dve ili tri susedne (bazne) stanice za koje se zna da su im nizovi homogeni i da su ispunjeni neki uslovi o kojima će biti reči u narednom paragrafu. Ovo iz razloga što je ispitivanje homogenosti jednog niza realnije i potpunije ako se to čini pomoću niza dve ili tri susedne stanice iz iste klimatske oblasti, nego ako se to čini pomoću niza podataka jedne stanice.

Prilikom ispitivanja homogenosti niza, ne može se zanemariti činjenica da u jednom dužem vremenskom periodu dolazi do kraćih ili dužih periodskih, a naročito neperiodskih promena i kolebanja klimatskih prilika koja utiču na elemente čiju homogenost ispitujemo. Te promene uslovljavaju, kao i još neke biološki uslovljene (promena osmatrača), nemogućnost ispitivanja apsolutne homogenosti niza, nego samo relativne homogenosti niza meteoroloških elemenata i pojava.

22.2. Ispitivanje relativne homogenosti nizova meteoroloških elemenata i pojava

Za ispitivanje relativne homogenosti meteoroloških nizova postoji više metoda. Medjutim, većina tih metoda imaju za podlogu prostorno uporedjenje sa istim elementima različitih tačaka i odredjivanje kvazikonstantnosti diferencija devijacija elemenata iz različitih tačaka. U tom smislu biće prikazan način ispitivanja relativne homogenosti pomoću dve globalne metode koje se nazivaju grafička metoda ispitivanja relativne homogenosti i računska metoda ispitivanja relativne homogenosti meteoroloških nizova. Zajedničko za obe metode je tzv. prostorno uporedjenje niza meteorološke stanice koji se ispituje, u smislu relativne homogenosti, sa nizovima sa susednih stanica (jedne, dve ili više, kako smo već napomenuli, prema mogućnosti) za koje se smatra da su relativno homogeni.U prostornom uporedjenju podataka izmedju stanica moraju biti ispunjeni neki preduslovi koji omogućavaju pouzdanost ispitivanja relativne homogenosti tih podataka. Ti preduslovi, koji ne mogu biti definisani sa velikom preciznošću, jesu sledeći.

Rastojanje izmedju meteorološke stanice, čiji se niz ispituje da li je relativno homogen, i stanica pomoću čijih relativno homogenih nizova se ispitije, ne treba da bude veće od 100 km, za temperaturu i njene parametre, i 50 km za padavine i njihove parametre. U planinskim predelima ova se rastojanja smanjuju za temperaturu do 50 km, a za padavine do 30 km.

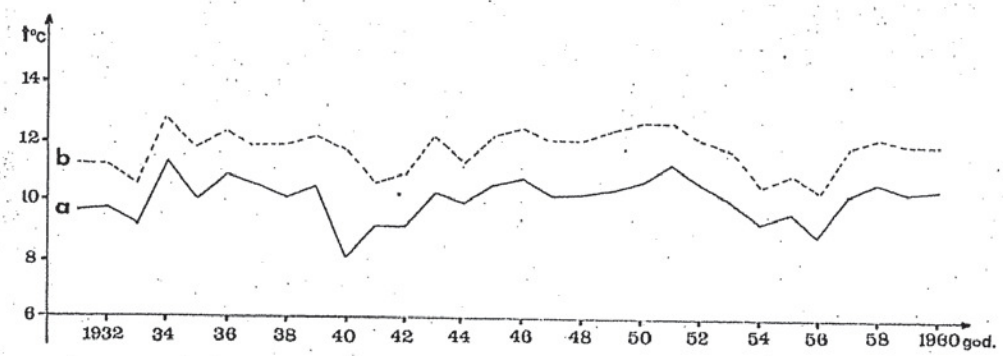
Razlika u nadmorskoj visini izmedju stanica ne sme da bude veća od 200 m. Sve stanice treba da se nalaze u oblasti sa istim klimatskim prilikama, a po mogućnosti treba nastojati i da se vrši izbor meteoroloških stanica izmedju kojih ne postoji neki klimatski modifikator, kao npr.: planine, jezera, veći kompleksi šume itd.

22.2.1. Grafička metoda ispitivanja relativne homogenosti nizova meteoroloških elemenata

Ova metoda se sastoji u grafičkom prikazivanju podataka stanice za koju se ispituje relativna homogenost niza i podataka tzv. bazne ili baznih stanica, sa preduslovima navedenim u prethodnom paragrafu.

Iste dužine nizova osmatranja (ispitivane stanice i bazne ili baznih stanica) prikažu se u ravni pomoću koordinatnog sistema, gde se po ordinati nanosi vrednost elementa, a po apscisi vremenske jedinice. Uporedjenjem hodova elemenata ta dva niza ili ispitivanog niza sa više nizova, sa navedenim preduslovima, mogu se zapaziti pojedine vrednosti ispitivanog niza koje nemaju istosmernu tendenciju sa vrednostima relativno homogenog niza, odnosno relativno homogenih nizova.

Za primer grafičkog uporedjenja dva niza uzete su srednje godišnje temperature vazduha za period od 1931. do 1960. godine stanica Zagreb-Grič (nadmorska visina 157 m) i Koprivnice (nadmorska visina 149 m) (sl.25). Rastojanje izmedju ove dve stanice iznosi oko 76 km. Podaci meteorološke stanice Zagreb-Grič smatraju se kao relativno homogeni, i to je bazna stanica prema kojoj se uporedjuje da bi se ispitala relativna homogenost podataka sa stanice Koprivnice.



Slika 25. - Srednje godišnje temperature Koprivnice (a) i Zagreb-Griča (b) za period od 1931. do 1960. godine

Iz grafičkog uporedjenja srednjih godišnjih temperatura Zagreb-Griča i Koprivnice vidi se da postoji dosta dobra paralelnost. Paralelnost izmedju grafičkog prikaza godišnjih temperatura ove dve stanice (ispitivane i bazne) je potreban uslov da bi se moglo zaključiti da li je niz podataka godišnjih temperatura Koprivnice relativno homogen ili nehomogen. Paralelnost izmedju grafičkog prikaza uslovljavaju diferencije (u ovom slučaju razlike srednjih godišnjih temperatura Koprivnice i Zagreb-Griča) sa stalnim predznakom (pozitivnim ili negativnim), kao i približna stalnost veličine diferencije, svakako sa istim predznakom. Malo odstupanje (od paralelnosti) javlja se 1938. godine, kada srednja godišnja temperatura za Koprivnicu ima tendenciju pada u odnosu na prethodnu godinu, a srednja godišnja temperatura za Zagreb-Grič zadržava istu vrednost kao i prethodne godine (11,8°C). Takodje, uporedjenjem ova dva grafička prikaza vidi se da 1942. godine srednja godišnja temperatura u Koprivnici ima istu vrednost kao i prethodne godine (9,1°C),dok srednja godišnja temperatura Zagreb-Griča pokazuje tendenciju porasta u odnosu na prethodnu godinu. Obratna konstatacija važi za 1951. godinu, tj. srednja godišnja temperatura u Koprivnici raste u odnosu na prethodnu godinu, a srednja godišnja temperatura Zagreb-Griča zadržava istu vrednost.

Na osnovu ove analize može se zaključiti da je potreban uslov za relativnu homogenost niza podataka srednjih godišnjih temperatura iz perioda od 1931. do 1960. godine u Koprivnici ispunjen u odnosu na relativno homogen niz podataka srednjih godišnjih temperatura iz istog perioda Zagreb-Griča. Ovo iz razloga jer smo kazali da je potreban uslov za relativnu homogenost ispitivanog niza paralelnost podataka prema podacima relativno homogenog niza. Ukoliko je paralelnost izražajnija, utoliko se smatra i relativna homogenost niza pouzdanijom. Ako bi grafici nizova pokazivali konvergenciju (težnju ka jednoj tački) i promenu predznaka diferencije (seku se grafici) ili pak divergenciju (težnju u raznim pravcima) pri istom predznaku, očigledno je da takav niz nije relativno homogen odnosno ne postoji relativna homogenost izmedju ispitivanog niza i niza koji je relativno homogen. U takvim slučajevima pristupa se proučavanju istorijata niza odnosno meteorološke stanice na kojoj je osmotren odnosno izmeren elemenat za koji se ispituje relativna homogenost. Pod proučavanjem istorijata stanice podrazumeva se pronalaženje faktora koji su već napomenuti (Paragraf 22.1), kao uzroka narušavanja homogenosti niza. Kada se ustanovi šta je narušilo homogenost niza i u kojem vremenu, tj. vremenskom periodu, pristupa se popravci niza odnosno podataka u nizu, koji su nehomogeni. U narednom izlaganju (Paragraf 23) detaljnije će se govoriti kako i na koji način se vrši zamena sumnjivih podataka, odnosno popravka niza, kako je prethodno nazvana. Isti postupak, opisan za temperaturu vazduha, primenjuje se i pri grafičkom ispitivanju relativne homogenosti niza padavina i njihovih parametara. Uz navedene preduslove za izbor meteorološke stanice ili stanica, na osnovu kojih se ispituje neki niz padavina da li je relativno homogen ili ne, nanose se srednje vrednosti padavina (srednje sume) iz što dužeg perioda po ordinati, a vremenske jedinice, isto kao kod temperature i njenih parametara, po apscisi. Medjutim, grafička metoda za ispitivanje relativne homogenosti niza padavina ne pruža mogućnost ocene homogenosti ili nehomogenosti niza kao kod ispitivanja homogenosti nizova temperature, pritiska ili nekog drugog kontinuiranog elementa. Ovo iz razloga što su tendencije padavina odnosno anomalije kod padavina vezane za neuporedivo manji prostor od istih tendencija i anomalija temperature, pritiska ili nekog drugog elementa. Takodje pri uporedjivanju nizova padavina u ravni putem grafičkog prikaza ne može se suditi o predznacima diferencija i njihovoj realnosti u smislu numeričke veličine kao kod temperature. Ovo iz razloga što pri uporedjivanju padavina iz različitih mesta u smislu ispitivanja relativne homogenosti ne služi se diferencijama već kvocijentima (odnosom srednjih suma iz različitih mesta), jer su padavine količinski elemenat. Vizuelan uvid u grafički prikaz nizova padavina radi ispitivanja relativne homogenosti može da pruži mogućnost za ustanovljenje grube greške koja narušava homogenost, i to pod uslovom da se radi o srednjim sumama iz normalnog perioda osmatranja padavina. Grafička metoda ispitivanja relativne homogenosti nizova meteoroloških elemenata i pojava potreban je, ali ne i dovoljan uslov. Potreban uslov je iz razloga što ako se tom (grubom) metodom ustanovi nehomogenost nekog niza, suvišno je ići na tzv. tačnije metode, kao što su računske metode matematske statistike.

22.2.2. Računska metoda ispitivanja relativne homogenosti nizova meteoroloških elemenata

Računska metoda ispitivanja relativne homogenosti nizova meteoroloških elemenata zasniva se na ispitivanju kvazi-konstantnosti diferencija devijacija, odnosno devijacija kvocijenata.

Na primeru podataka temperature i padavina Koprivnice i Zagreb-Griča biće ispitana relativna homogenost temperature i padavina, primenjivanjem diferencije devijacija odnosno devijacije kvocijenata. U prethodnom paragrafu rečeno je da su podaci srednjih godišnjih temperatura Koprivnice relativno homogeni u odnosu na srednje godišnje temperature Zagreb-Griča (sl.25),gde je ispitivanje vršeno grafičkom metodom (metodom prostornog uporedjenja). Sada je naš zadatak da vidimo da li su ti isti podaci, tj. srednje godišnje temperature iz perioda od 1931. do 1960. godine, kao i srednje godišnje sume padavina za isti period, relativno homogeni ako se ispitivanje vrši računskom metodom.

Na osnovu izračunatih vrednosti u Tabeli 72, zaključuje se sledeće:

- Diferencije d(a-b) srednjih godišnjih temperatura Koprivnice i Zagreb-Griča su sa stalnim predznakom - negativnim.

To znači da su srednje godišnje temperature u Koprivnici za ispitivani period (1931. do 1960. godine) stalno niže od srednjih godišnjih temperatura Zagreb-Griča.

Srednja promenljivost godišnjih temperatura (jednačina 19a, Paragraf 8) za Koprivnicu iznosi $\pm$ 0,56°C, a za Zagreb-Grič $\pm$ 0,64°C.

Srednja promenljivost diferencija devijacija $d\, d_i(a)-d_i(b)$ iznosi $\pm$ 0,18°C, što znači da je manja za 3 odnosno 3,5 puta od srednje promenljivosti stvarnih temperatura u Koprivnici i Zagreb-Griču. Na osnovu prethodnog, diferencije devijacija mogu se nazvati kvazi-konstantnim, a niz podataka srednjih godišnjih temperatura u Koprivnici, za period od 1931. do 1960. godine relativno homogenim. Pod pojmom kvazi-konstantnosti diferencija devijacija podrazumeva se odredjena (izvesna) stalnost tih diferencija u odredjenom vremenu, tj. periodu ispitivanja homogenosti niza.

U početku ovog paragrafa napomenuto je da je kod padavina računska metoda ispitivanja homogenosti uslovljena sa kvazi-konstantnošću devijacija kvocijenata. U tom smislu biće ispitana relativna homogenost godišnjih suma padavina, istih stanica kao i za temperaturu, Koprivnice i Zagreb-Griča (Tabela 73).

Tabela 72. - Srednje godišnje temperature Koprivnice (a) i Zagreb-Grič̆a (b) za period od 1931. do 1960. godine; njihove diferencije i odgovarajuće devijacije

Godina	a	b	d(a-b)	d_i(a)	d_i(b)	$d\left[d_i(a)-d_i(b)\right]$
1931.	9,6	11,1	-1,5	-0,4	-0,5	0,1
1932.	9,7	11,1	-1,4	-0,3	-0,5	0,2
1933.	9,1	10,4	-1,3	-0,9	-1,2	0,3
1934.	11,3	12,6	-1,3	1,3	1,0	0,3
1935.	10,0	11,7	-1,7	0,0	0,1	-0,1
1936.	10,8	12,2	-1,4	0,8	0,6	0,2
1937.	10,5	11,8	-1,3	0,5	0,2	0,3
1938.	10,0	11,8	-1,8	0,0	0,2	-0,2
1939.	10,4	12,1	-1,7	0,4	0,5	-0,1
1940.	8,0	9,7	-1,7	-2,0	-1,9	-0,1
1941.	9,1	10,5	-1,4	-0,9	-1,1	0,2
1942.	9,1	10,8	-1,7	-0,9	-0,8	-0,1
1943.	10,2	12,1	-1,9	0,2	0,5	-0,3
1944.	9,9	11,2	-1,3	-0,1	-0,4	0,3
1945.	10,5	12,1	-1,6	0,5	0,5	0,0
1946.	10,7	12,4	-1,7	0,7	0,8	-0,1
1947.	10,1	12,0	-1,9	0,1	0,4	-0,3
1948.	10,2	12,0	-1,8	0,2	0,4	-0,2
1949.	10,3	12,3	-2,0	0,3	0,7	-0,4
1950.	10,6	12,6	-2,0	0,6	1,0	-0,4
1951.	11,2	12,6	-1,4	1,2	1,0	0,2
1952.	10,5	12,0	-1,5	0,5	0,4	0,1
1953.	10,0	11,7	-1,7	0,0	0,1	-0,1
1954.	9,2	10,5	-1,3	-0,8	-1,1	0,3
1955.	9,6	10,9	-1,3	-0,4	-0,7	0,3
1956.	8,8	10,3	-1,5	-1,2	-1,3	0,1
1957.	10,2	11,8	-1,6	0,2	0,2	0,0
1958.	10,6	12,1	-1,5	0,6	0,5	0,1
1959.	10,3	11,9	-1,6	0,3	0,3	0,0
1960.	10,4	11,9	-1,5	0,4	0,3	0,1
$\bar{X}$	10,0	11,6	-1,6			
$\Sigma(+)$				8,8	9,7	3,1
$\Sigma(-)$				-7,9	-9,5	-2,4
μ				$\pm$0,56	$\pm$0,64	$\pm$0,18

Tabela 73. - Godišnje sume padavina Koprivnice (a) i Zagreb-Griča (b) za period od 1931. do 1960. godine; njihovi kvocijenti i odgovarajuće devijacije

Godina	a	b	$\frac{a}{b}$	$d_i(a)$	$d_i(b)$	$d_i(\frac{a}{b})$
1931.	744	804	0,92	-172	-60	-0,15
1932.	797	775	1,03	-119	-89	-0,04
1933.	1 176	1 139	1,03	260	275	-0,04
1934.	778	867	0,90	-138	3	-0,17
1935.	806	742	1,09	-110	-122	0,02
1936.	993	873	1,14	77	9	0,07
1937.	1 308	1 387	0,94	392	523	-0,13
1938.	806	684	1,18	-110	-180	0,11
1939.	968	837	1,16	52	-27	-0,01
1940.	1 143	1 009	1,13	227	145	0,06
1941.	837	919	0,91	-79	55	-0,16
1942.	769	672	1,14	-147	-192	0,07
1943.	907	794	1,14	-9	-70	0,07
1944.	884	882	1,00	-32	18	-0,07
1945.	754	747	1,01	-162	-117	-0,06
1946.	714	664	1,08	-202	-200	0,01
1947.	766	771	0,99	-150	-93	-0,08
1948.	1 046	921	1,14	130	57	0,07
1949.	690	581	1,19	-226	-283	0,12
1950.	1 040	878	1,18	124	14	0,11
1951.	1 084	972	1,12	168	108	0,05
1952.	1 032	760	1,35	116	-104	0,28
1953.	758	744	1,02	-158	-120	-0,05
1954.	975	990	0,98	59	126	-0,09
1955.	1 096	1 067	1,03	180	203	-0,04
1956.	766	759	1,00	-150	-105	-0,07
1957.	843	742	1,14	-73	-122	0,07
1958.	898	817	1,10	-18	-47	0,03
1959.	1 082	1 136	0,95	166	272	-0,12
1960.	1 025	983	1,04	109	119	-0,03
$\bar{X}$	916	864	1,07			
$\Sigma(+)$				2 060	1 927	1,14
$\Sigma(-)$				2 053	1 931	1,31
μ'				$\pm$ 137,1	$\pm$ 128,6	$\pm$0,08

Normalne godišnje sume padavina u Koprivnici i Zagreb-Griču iznose 916 mm, odnosno 864 mm. Odnos godišnjih suma (kvocijenti a/b) kreće se od 0,90 -1934. godine, do 1,35-1952. godine. Ovo znači da su odnosi godišnjih suma padavina vrlo ujednačeni (razlika 0,45), što pokazuje i srednja vrednost kvocijenata koja iznosi 1,07. Srednja promenljivost (μ') godišnih suma padavina u Koprivnici iznosi ± 137,1 mm, a u Zagreb-Griču 128,6 mm. Srednja promenljivost devijacija kvocijenata (odstupanje kvocijenata od srednje vrednosti svih kvocijenata) iznosi 0,08. Na osnovu ovih izračunatih veličina može se ustanoviti da je niz podataka (godišnjih suma padavina) Koprivnice relativno homogen u odnosu na niz podataka bazne stanice Zagreb-Griča. Sve prethodne izračunate veličine, a posebno kvazi-konstantnost devijacija kvocijenata $d_i(a/b)$, govore u prilog relativne homogenosti godišnjih suma padavina u Koprivnici. Medjutim, pri ispitivanju relativne homogenosti padavina nije suvišno izračunati još jednu veličinu meteorološke statistike, koja može da potvrdi zaključak o relativnoj homogenosti ispitivanog niza. Ta veličina se naziva relativna promenljivost padavina (μ_r), a u stvari je odnos stvarne promenljivosti (μ') i srednje vrednosti ($\bar{X}$), izražen u procentima.

$$\mu_r = \frac{\mu'}{\bar{X}} \cdot 100. \qquad (54)$$

Srednja relativna promenljivost za Koprivnicu iznosi:

$$\frac{137,1}{916} \cdot 100\% = 14,9\% \simeq 15\%,$$

a za Zagreb-Grič

$$\frac{128,6}{864} \cdot 100\% = 14,8\% \simeq 15\%.$$

U ovom primeru ispitivanja homogenosti padavina relativna promenljivost je ista za obe stanice, što je još jedan dokaz homogenosti niza podataka. Srednja relativna promenljivost godišnjih suma padavina u Koprivnici i Zagreb-Griču je 15%, a odgovarajućih kvocijenata oko 8%. Srednja relativna promenljivost je mnogo manja, po vrednosti, od srednje promenljivosti, pa i to upućuje na zaključak da se kvocijenti godišnjih suma padavina Koprivnice i Zagreb-Griča mogu smatrati za kvazi-konstantne. Postoji niz kriterijuma matematske statistike (nisu predmet ovog udžbenika) koji se manje više svi zasnivaju na dokazivanju kvazi-konstantnosti diferencija ili kvocijenata meteoroloških elemenata. Medjutim, potrebno je istaći da je zajednička definicija o relativnoj homogenosti niza meteoroloških osmatranja i merenja koja proizilazi iz tih kriterijuma sledeća: niz meteoroloških elemenata osmotren u nekom mestu je relativno homogen prema istom nizu osmotrenom u nekom drugom mestu (mesta su klimatski slična a ne mnogo udaljena) ako diferencije ili kvocijenti srednjih vrednosti homologih perioda predstavljaju niz slučajnih brojeva, koji odgovara zakonu grešaka.

22.3. Interpolacija podataka u nizu meteoroloških osmatranja i merenja

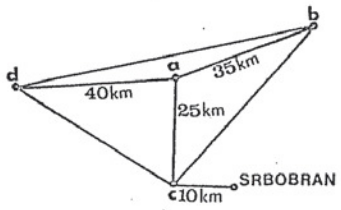
Mogućnost da se interpolacijom dobije neki podatak koji nedostaje u meteorološkom nizu uslovljena je kvazi-konstantnošću diferencija i kvocijenata izmedju stanice kojoj nedostaje taj podatak i bazne stanice. Pojam interpolacije koji u stvari predstavlja, uz uslovljenu mogućnost, umetanje podataka koji nedostaju u nekom meteorološkom nizu (nisu osmotreni ili su pogrešno osmotreni) nužan je da bi se na neki način dobili ti opravdano ili neopravdano neosmotreni odnosno neizmereni podaci. Potrebno je istaći da svaki podatak koji nije osmotren ili izmeren u odredjenom propisanom terminu osmatranja i merenja nema stručnu težinu kao onaj koji je osmotren i izmeren u regularnom terminu. Zato se podaci dobijeni putem interpolacije obeležavaju posebnim znakom (*), kako bi se znalo da su to interpolirani podaci.

Interpolaciji se pristupa kada se zna da su ispunjeni uslovi relativne homogenosti niza koji su navedeni u Paragrafu 22.1.

Odnos izmedju meteorološke stanice kojoj nedostaje podatak i ostalih meteoroloških stanica pomoću kojih se želi da se interpolacijom dobije taj podatak moraju ispunjavati preduslove homogenosti niza. To znači da izmedju tih meteoroloških stanica ne postoje prirodni ni veštački uticaji koji narušavaju homogenost nizova, odnosno koji bi onemogućili da se pridje interpolaciji na osnovu kvazi-konstantnosti diferencija ili kvocijenata. Umetanje podataka ili interpolirani podatak jedne meteorološke stanice može se dobiti pomoću podataka jedne, dve i tri stanice koje se nalaze u neposrednoj blizini stanice kojoj nedostaje podatak i koje imaju približno istu nadmorsku visinu sa stanicom kojoj se interpolacijom popunjava podatak. U tom smislu postoje 3 vida interpolacije koje se po mogućstvu koriste. Ti vidovi interpolacije koji se primenjuju prema broju meteoroloških stanica koje se nalaze u neposrednoj blizini stanice kojoj nedostaje podatak, jesu: interpolacija pomoću jedne stanice, linearna interpolacija ili interpolacija pomoću dve stanice i interpolacija pomoću stanica rasporedjenih tako da spajanjem u ravni čine po mogućstvu trougao što približniji ravnostranom trouglu.

Ova se interpolacija zove i interpolacija pomoću tri stanice u čijem se središtu nalazi stanica kojoj se interpolira podatak. Način interpolacije po svim prethodnim vidovima izvodi se pomoću diferencija i kvocijenata. Kvocijenti se upotrebljavaju pri interpolaciji podataka koji nedostaju za nizove suma padavina (količinski element), za relativnu vlažnost, za čestine broja karakterističnih dana sa visinom snega i snežnog pokrivača, za trajanje sijanja sunca itd. Diferencijama se dobijaju interpolirani podaci temperature, pritiska vodene pare i podaci koji nedostaju u čestinama meteoroloških pojava.

Vidovi interpolacije pomoću jedne, dve i tri meteorološke stanice prikazani su na primeru meteoroloških stanica Sente, Sombora, Vrbasa i Bačke Topole. Za meteorološku stanicu Bačka Topola nedostaje srednja mesečna temperatura u martu 1964. godine. Primenom prethodno navedenih preduslova ustanovljeno je da se podatak koji nedostaje može dobiti interpolacijom pomoću baznih stanica Sente, Sombora i Vrbasa. Raspored baznih stanica u odnosu na stanicu kojoj nedostaje podatak prikazan je slikom 26.



Slika 26. - Položaj baznih stanica prema interpoliranoj stanici u Bačkoj Topoli

Iz slike 26 vidi se da je rastojanje izmedju interpolirane i baznih stanica u granicama dozvoljenog rastojanja, a proučavanjem terena ustanovljeno je da nema izmedju tih stanica klimatskih modifikatora koji bi sprečavali prilaz interpolaciji, odnosno koji bi uslovljavali nehomogenost niza izmedju navedenih stanica. Takodje ni razlika u nadmorskoj visini (Hs) izmedju interpolirane stanice i baznih stanica nije velika, odnosno nalazi se u granicama dozvoljene razlike. Nadmorska visina Bačke Topole je 100 m, a Sente, Sombora i Vrbasa 80 m, 88 m i 87 m. Podatak srednje mesečne temperature marta 1964. godine, koji nedostaje u nizu srednjih mesečnih temperatura marta u Bačkoj Topoli, interpolira se pomoću podataka srednje mesečne temperature marta baznih stanica na osnovu perioda od 1961. do 1970. godine.

Ovaj desetogodišnji period je najmanji po dužini koji se može uzeti za interpolaciju jednog podatka koji nedostaje u nizu.Medjutim, ako u nizu nedostaju dva ili tri podatka, potreban je duži period za interpolaciju, tj. period od najmanje 15 godina kontinuiranih osmatranja na baznim stanicama koji je isti sa periodom stanice kojoj nedostaju podaci.

Srednje mesečne temperature marta za interpoliranu stanicu i bazne stanice prikazane su Tabelom 74, a interpolirana vrednost se dobija metodom diferencija korišćenjem svih navedenih stanica, odnosno svih vidova interpolacije.

Diferencije temperature marta izmedju stanica Bačke Topole (a) i Sente (b) za navedeni period algebarski se saberu i podele brojem sabiraka. Ta srednja vrednost diferencija, koja iznosi $-0,3^{o}C$, oduzme se, a ako je pozitivna doda srednjoj mesečnoj temperaturi marta 1964. godine meteorološke

stanice Sente. Dobijena vrednost, koja iznosi 3,0°C (3,3°C - 0,3°), označava interpolirani podatak tj. srednju mesečnu temperaturu marta u Bačkoj Topoli. Ta vrednost se obeleži simbolom * koji nam pokazuje da je to interpolirana vrednost (3,0°C*).

-Interpolacija pomoću jedne stanice-

Godina	a-b
1961.	-0,4
1962.	-0,2
1963.	0,1
1964.	
1965.	-0,4
1966.	-0,6
1967.	-0,3
1968.	-0,2
1969.	-0,5
1970.	-0,4
$\bar{X}$	-0,3

Tabela 74. - Srednje mesečne temperature marta od 1961. do 1970. godine za meteorološke stanice: Bačka Topola (a), Senta (b), Vrbas (c) i Sombor(d)

Godina	a	b	c	d
1961.	7,8	8,2	7,4	8,2
1962.	1,5	1,7	1,0	1,4
1963.	3,8	3,7	3,3	3,8
1964.	2,9*	3,3	2,9	2,9
1965.	5,9	6,3	6,0	6,4
1966.	4,9	5,5	5,0	5,1
1967.	7,4	7,7	7,1	7,5
1968.	6,1	6,3	5,8	6,2
1969.	3,9	4,4	3,7	4,1
1970.	5,2	5,6	4,9	5,2
$\bar{X}$	5,0	5,3	4,7	5,1

Podatak koji nedostaje u Bačkoj Topoli dobija se pomoću podataka dve meteorološke stanice, tj. Sente i Sombora, koje se nalaze na približno istim rastojanjima od meteorološke stanice Bačka Topola, a spajanjem (vidi sliku 26) sve tri stanice dobija se skoro prava linija. Srednja vrednost diferencija (a-b) oduzme se od srednje mesečne temperature marta 1964. godine Sente, a srednja

vrednost diferencija (a-d) oduzme se od srednje mesečne temperature marta 1964. godine Sombora.

Dobijene vrednosti se saberu i zbir podeli brojem sabiraka, odnosno sa 2.

$[(3,3 - 0,3) + (2,9 - 0,2)] : 2 = 2,8^{0}C^{*}$.

Vrednost od $2,8^{0}C^{*}$ označava interpoliranu vrednost srednje mesečne temperature u martu 1964. godine u Bačkoj Topoli.

- Interpolacija pomoću dve stanice -

Godina	a - b	a - d	Godina	a - b	a - d
1961.	-0,4	-0,4	1967.	-0,3	-0,1
1962.	-0,2	0,1	1968.	-0,2	-0,1
1963.	-0,1	0,0	1969.	-0,5	-0,2
1964.			1970.	-0,4	0,0
1965.	-0,4	-0,5	$\bar{X}$	-0,3	-0,2
1966.	-0,6	-0,2			

- Interpolacija pomoću tri stanice -

Godina	a - b	a - c	a - d
1961.	-0,4	0,4	-0,4
1962.	-0,2	0,5	0,1
1963.	0,1	0,5	0,0
1964.			
1965.	-0,4	-0,1	-0,5
1966.	-0,6	-0,1	-0,2
1967.	-0,3	0,3	-0,1
1968.	-0,2	0,3	-0,1
1969.	-0,5	0,2	-0,2
1970.	-0,4	0,3	0,0
$\bar{X}$	-0,3	0,2	-0,2

U ovom trećem slučaju, odnosno trećem vidu interpolacije, koriste se tri bazne stanice da bi se dobio podatak koji nedostaje za mart 1964. godine u Bačkoj Topoli. U tom smislu potrebno je naći diferencije i srednje vrednosti diferencija podataka interpolirane i svih baznih stanica, kao i njihove srednje vrednosti, koje na osnovu podataka radne tabele 74 iznose:

$(a - b) = -0,3^{o}C$, $(a - c) = 0,2^{o}C$ i $(a - d) = -0,2^{o}C$

Srednja vrednost diferencija (a - b) oduzme se od srednje mesečne temperature marta 1964. godine Sente, a srednja vrednost diferencija (a - c), koja je pozitivna, doda se na srednju mesečnu temperaturu marta 1964. godine stanice Vrbas. Srednja vrednost diferencije (a - d) oduzme se od srednje mesečne temperature marta 1964. godine stanice Sombor.

$$\left[(3,0 - 0,3) + (2,9 + 0,2) + (2,9 - 0,2)\right] : 3.$$

Dobijene vrednosti se dele brojem sabiraka, u ovom slučaju sa 3, čime se dobija interpolirani podatak srednje mesečne temperature marta 1964. godine u Bačkoj Topoli. Ovaj podatak iznosi $2,9^{o}C$*.

U ovom slučaju, gde su prikazana sva tri vida interpolacije na istoj stanici (Bačkoj Topoli), biće uzet podatak od $2,9^{o}C$* kao najpouzdaniji i on će biti upisan u podatke naše radne tabele za mart 1964.godine.

Ovaj interpolirani podatak se smatra najpouzdanijim iz razloga što je dobijen interpolacijom pomoću tri stanice. Ne postoji uvek mogućnost da se odaberu tri stanice ovako pogodno rasporedjene po rastojanju i približne nadmorske visine. U tom slučaju uzimaju se dve stanice pomoću kojih se interpoliše ako su iste približno jednako udaljene od stanice koja se interpolira i ako je približno ista nadmorska visina svih tih stanica. Ako ove dve stanice (bazne) ne ispunjavaju u punoj meri ovaj uslov, u svakom slučaju je povoljnije vršiti interpolaciju pomoću jedne stanice koja ispunjava navedene uslove u odnosu na interpoliranu stanicu, nego pomoću dve stanice od kojih jedna ispunjava uslov, a druga približno, bilo po rastojanju ili nadmorskoj visini. U svim ovim kombinacijama mora se prvo ustanoviti relativna homogenost podataka odnosno kvazi-konstantnost diferencija.

-Interpolacija pomoću kvocijenata analogna je interpolaciji pomoću diferencija. Ova interpolacija, odnosno ova metoda interpolacije primenjuje se, kao što je napomenuto, prvenstveno u slučajevima interpoliranja meteoroloških podataka kod količinskih elemenata. Vidovi interpolacije su isti kao i kod temperature, tj. interpolacija metodom kvocijenata vrši se pomoću jedne, a po mogućstvu dve i tri meteorološke (bazne) stanice.

Kriterijumi za odabiranje baznih stanica su nešto više strogi (Paragraf 22.2), i u tom smislu je i provera odnosno eliminisanje kvocijenata za odnos podataka interpolirane i bazne stanice (baznih stanica) nešto izražajnije. Pri analizi kvazi-konstantnosti kvocijenata interpolirane i bazne stanice odbacuju se svi oni kvocijenti koji odstupaju 20% i više od njihove

aritmetičke srednje vrednosti. Način interpolacije podataka metodom kvocijenata prikazan je na osnovu nizova osmatranja padavina na Meteorološkoj stanici Srbobran (Hs = 80 m) i Vrbas (Hs = 87 m), slika 26. Meteorološkoj stanici Srbobran, koja se nalazi na rastojanju od 11,5 km od bazne Meteorološke stanice Vrbas, nedostaje mesečna suma padavina za septembar 1961. godine u nizu od 1956. do 1970. godine. Da bi bio popunjen taj podatak koriste se podaci najbliže meteorološke stanice (podaci su relativno homogeni i kontinuirani) iz te klimatski jednoobrazne oblasti, tj.podaci stanice Vrbas koja poseduje niz osmatranja padavina, sa navedenim osobinama, u periodu od 1956. do 197o. godine (Tabela 75).

Tabela 75. - Sume padavina septembra od 1956. do 1970. godine na meteorološkim stanicama Srbobran (a) i Vrbas (b).

Godina	a	b	a/b
1956.	8	8	1,00
1957.	35	40	0,88
1958.	7	8	0,88
1959.	21	25	0,84
1960.	48	46	1,04
1961.	1*	1	
1962.	30	27	1,11
1963.	36	41	0,88
1964.	47	47	1,00
1965.	48	39	~~1,23~~
1966.	14	12	1,17
1967.	61	61	1,00
1968.	58	60	0,99
1969.	15	17	0,88
1970.	32	25	~~1,28~~
$\bar{X}$	33	30	~~1,01~~ (0,97)

Analizom kvocijenata (a/b) saznaje se da kvocijenti za 1965. i 1970. godinu odstupaju više od 20% od srednjeg kvocijenta koji iznosi 1,01. Ti kvocijenti se odstrane i traži se srednji kvocijent na osnovu 12 sabiraka. Taj srednji kvocijent koji predstavlja aritmetičku srednju vrednost 12 kvocijenata, odnosno odnosa a/b, iznosi 0,97.

Da bi se dobila vrednost podatka koji nedostaje u Srbobranu septembra 1961. godine, potrebno je da se srednjim kvocijentom (0,97) pomnoži suma padavina septembra iste godine u Vrbasu. Dobijena vrednost koja iznosi 0,97, tj. 0,97.1 mm zaokružena na 1 mm predstavlja interpoliranu sumu padavina septembra 1961. godine u Srbobranu.

Ako se interpolacija, metodom kvocijenata, vrši pomoću dve ili tri stanice, postupak je analogan kao i kod metode diferencija. Interpolacija je u dosadašnjim primerima vršena samo ako nedostaje u nizu jedan podatak. Medjutim, dešava se da u nizu od 10-15 i više godina srednjih mesečnih temperatura i mesečnih suma padavina, a i drugih meteoroloških elemenata, nedostaju dve ili tri vrednosti. U takvim slučajevima vrši se interpolacija istim metodama kao i za jednu vrednost. Ako u nizu nedostaje više od tri vrednosti, ili ako nisu vršena osmatranja cele godine, odnosno više godina, sprovodi se redukcija na isti period niza bazne stanice.

22.4. Svodjenje (redukcija) meteoroloških nizova na isti period

Pri proučavanju režima temperature, padavina ili nekog drugog meteorološkog elementa u odredjenoj oblasti potrebno je iskoristiti i uzeti za analizu tog režima sve raspoložive podatke tog elementa izmerene ili osmotrene na meteorološkim stanicama te oblasti. Da bi se ova potreba ostvarila moraju sve meteorološke stanice u toj oblasti da imaju isti niz godina osmatranja temperature, padavina i ostalih meteoroloških elemenata. Pod istim nizom podrazumeva se da sve stanice imaju istu dužinu niza i iz istog perioda osmatranja. Medjutim, prekidi u osmatranjima i merenjima na meteorološkim stanicama su neminovnost koja uslovljava da sve stanice nemaju i ne mogu imati iste nizove osmatranja i merenja meteoroloških elemenata. U takvim slučajevima vrši se redukcija nizova meteoroloških elemenata na isti broj godina pomoću meteoroloških elemenata obližnjih stanica koje imaju potpuni niz osmatranja i merenja. Redukcija nizova meteoroloških elemenata na isti period je potrebna iz razloga što se režimi tih elemenata ne mogu analizirati i proučavati ako su elementi osmotreni ili izmereni u različitim periodima ili ako srednje vrednosti tih elemenata nisu rezultat iste dužine niza iz istog perioda. Preduslovi za odabiranje baznih stanica, tj. stanica pomoću kojih se vrši svodjenje meteoroloških nizova na isti period ili redukciju, isti su kao i za interpolaciju.

To znači da izmedju meteorološke stanice kojoj nedostaje odredjena dužina niza i baznih stanica pomoću kojih se želi da se dobiju reducirane vrednosti iz iste dužine niza i istog perioda moraju diferencije odnosno kvocijenti biti kvazi-konstantni. Ta kvazi-konstantnost ogleda se u tome što je pre redukcije ustanovljeno da su diferencije odnosno kvocijenti izmedju stanice, kojoj nedostaje više podataka i baznih stanica ili bazne stanice takvi da omogućavaju donošenje zaključaka o relativnoj homogenosti tih nizova. Oni pružaju mogućnost da se pridje redukciji samim tim što je ustanovljeno (na osnovu diferencija i kvocijenata) da su nizovi izmedju stanice kojoj nedostaju podaci i baznih stanica (stanice) relativno homogeni.

Redukcija nizova temperature, padavina ili drug

meteoroloških elemenata vrši se na sledeći način: u oblasti u kojoj se želi da se analizira ponašanje režima nekog elementa odaberu se bazne stanice, tj. stanice koje poseduju normalne nizove tog elementa. Na osnovu tih odabranih baznih stanica, koje poseduju normalne nizove meteoroloških elemenata ili pak stanica koje poseduju najduže nizove, a ne ispunjavaju uslov normalnosti po dužini niza, vrši se redukcija, odnosno svodjenje i drugih obližnjih stanica iz te oblasti, koje ne poseduju dužinu niza kao navedene bazne stanice. Redukcija se vrši istim metodama (diferencije i kvocijenti) kao i interpolacija i upotrebljavaju se isti vidovi u odnosu na broj baznih stanica kao za interpolaciju. Takodje je ista i primena metoda redukcije diferencijama ili kvocijentima u odnosu na meteorološke elemente, kao što je kod primene metoda interpolacije. U tom smislu prikazaćemo način redukcije pomoću diferencija za Meteorološku stanicu Kikinda (Hs = 81 m), koja poseduje niz osmatranja srednjih mesečnih i godišnjih temperatura u periodu od 1947 – 1960. godine, bez srednjih mesečnih temperatura januara, februara, marta i aprila 1951. godine i srednjih mesečnih temperatura septembra od 1951. do 1955. godine. Redukcija će biti izvršena pomoću bazne stanice Senta (Hs = 83 m), koja se nalazi na rastojanju 32 km od Kikinde i koja poseduje normalni niz merenja temperature, tj. niz u periodu od 1931. do 1960. godine. Odmah se primećuje da je ispunjen uslov koji zahteva da niz Kikinde bude sadržan u nizu Sente.

To znači da niz Sente obuhvata skraćeni niz ili niz sa nepotpunim osmatranjima, kao što je niz Kikinda, u svom intervalu dužine od prve do poslednje godine, tj. od 1931. do 1960. godine.

Niz Kikinde od 14 godina merenja temperature (1947 - 1960.godina) sa nedostatkom navedenih srednjih mesečnih temperatura prikazan je Tabelom 76.

Srednje mesečne temperature u navedenoj tabeli izračunate su prema broju sabiraka. Tako je srednja mesečna temperatura januara, februara, marta i aprila dobijena algebarskim zbirom podeljenim sa 13, a srednja mesečna temperatura septembra, algebarskim zbirom podeljenim brojem sabiraka, tj. sa 9. Srednje godišnje temperature od 1951. do 1955. godine nedostaju jer se iste izračunavaju samo ako su poznate svih 12 srednjih mesečnih temperatura. Niz srednjih mesečnih i godišnjih temperatura za Sentu, na osnovu koga su izračunate normalne mesečne i normalna godišnja temperatura, prikazan je Tabelom 77.

Naredni korak u postupku redukcije sadrži izdvajanje temperatura bazne stanice, u našem slučaju Sente, za one mesece i godine koje poseduje stanica kojoj nedostaju podaci, a to je onda Kikinda.

Srednje mesečne vrednosti temperature u Tabeli 77a

Tabela 76.-Srednje mesečne i godišnje temperature vazduha u Kikindi za period od 1947.do 1960.godine

Meseci / Godine	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1947.	-7,8	-0,8	8,4	14,2	18,6	21,7	23,3	21,8	20,7	10,0	7,2	2,4	11,6
1948.	5,2	1,3	6,2	13,1	18,6	19,7	21,0	22,6	18,4	12,7	3,9	-3,4	11,6
1949.	0,7	1,3	2,7	12,9	18,0	17,2	20,8	19,6	17,3	11,7	8,4	3,0	11,1
1950.	-3,7	1,7	6,8	13,3	19,1	21,6	24,3	22,9	18,1	9,6	6,2	4,9	12,1
1951.	-	-	-	-	16,6	20,2	21,9	22,5	-	9,7	8,0	1,6	-
1952.	1,0	0,7	3,3	14,4	15,6	20,4	23,9	24,6	-	11,3	5,8	2,1	-
1953.	1,1	0,2	4,9	11,8	15,2	20,6	22,9	19,6	-	12,9	3,3	-0,6	-
1954.	-6,6	-7,5	6,3	8,8	16,0	21,0	20,4	21,2	-	10,9	5,4	3,9	-
1955.	0,6	2,8	3,7	8,0	15,8	19,4	20,5	19,5	-	11,8	5,3	3,6	-
1956.	1,6	-9,7	1,6	11,6	15,8	18,8	21,9	21,8	17,5	10,9	2,4	0,7	9,6
1957.	-2,6	4,9	7,2	11,9	13,7	21,7	22,3	20,8	16,4	10,7	6,8	-0,4	11,1
1958.	-2,4	4,3	1,4	8,8	20,3	19,1	22,7	22,0	16,8	11,3	6,3	4,1	11,2
1959.	-0,4	-1,1	8,0	11,3	16,0	18,8	22,4	20,2	14,7	9,6	5,6	4,5	10,8
1960.	-2,6	0,5	6,3	11,2	15,6	19,9	20,1	21,2	15,4	13,2	8,6	5,5	11,2
$\bar{X}$	-1,2	-0,1	5,7	11,6	16,8	20,0	22,0	21,4	17,3	11,2	5,9	2,3	-

su izračunate na isti način kao i u Tabeli 76. Potrebno je, radi uporedjenja, da se izračunaju srednje mesečne vrednosti temperature za obe stanice, za iste mesece i godine.

Normalne srednje mesečne temperature ($\bar{X}_n$) za Sentu iz Tabele 77 iznose:

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{X}_n$	-1,7	0,3	5,3	11,4	16,6	20,0	22,1	21,3	17,3	11,3	5,9	1,3

Srednje mesečne temperature ($\bar{X}$) za Sentu, za isti period koji poseduje stanica kojoj nedostaju podaci (Kikinda), po Tabeli 77a iznose:

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{X}$	-1,0	0,0	5,2	11,7	16,5	19,8	21,7	21,5	17,2	11,2	6,0	2,2

Tabela 77.- Srednje mesečne i godišnje temperature Sente za period od 1931. do 1960.godine

Meseci / Godine	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1931.	-0,3	2,3	2,3	9,2	18,9	22,1	23,7	21,6	13,7	10,2	5,0	-0,8	10,6
1932.	-2,5	-7,4	-1,1	10,7	17,1	18,8	23,2	21,5	20,4	13,4	5,1	1,1	10,0
1933.	-3,1	1,4	5,9	8,1	14,6	17,3	21,3	20,7	16,1	11,8	6,7	-5,7	9,6
1934.	-2,4	0,4	9,7	14,6	18,8	19,5	21,8	22,9	18,1	11,9	7,6	5,3	12,3
1935.	-4,1	-0,5	4,4	11,4	15,9	22,6	22,2	21,7	17,1	15,2	5,2	3,0	11,2
1936.	5,1	2,8	9,1	12,1	18,1	19,9	24,4	20,0	16,3	7,5	5,2	0,8	11,8
1937.	-1,9	2,7	9,0	10,7	19,3	21,7	21,9	20,4	18,9	11,7	6,4	2,0	11,9
1938.	-1,6	1,1	8,0	8,6	15,0	21,9	22,8	21,3	15,9	12,5	6,9	-0,5	11,0
1939.	1,7	2,3	3,6	14,0	16,2	20,4	23,5	21,0	16,7	10,8	6,1	0,4	11,4
1940.	-8,4	-6,0	2,4	11,2	14,6	19,1	21,4	18,1	17,3	11,9	8,4	-4,1	8,8
1941.	-1,5	3,8	6,3	11,0	14,4	18,6	20,5	20,0	13,9	9,8	2,8	0,8	10,0
1942.	-9,4	-3,8	2,4	9,8	17,1	20,3	22,2	21,9	20,3	12,4	4,4	2,4	10,0
1943.	-4,1	2,9	6,1	12,4	14,8	18,5	22,1	24,0	19,9	13,2	5,8	2,6	11,5
1944.	1,5	-0,8	2,8	11,6	15,4	19,8	20,6	22,8	17,2	12,8	6,4	0,0	10,8
1945.	-3,1	1,9	6,2	11,3	18,8	20,6	22,7	21,2	16,6	10,2	5,2	0,9	11,0
1946.	-5,0	1,7	6,9	13,5	18,5	21,8	23,9	23,9	19,1	7,3	6,2	-0,5	11,4
1947.	-7,6	-1,2	8,6	13,9	18,0	21,2	22,8	21,6	20,0	9,3	7,2	2,6	11,4
1948.	5,3	1,1	5,9	13,0	18,2	19,2	20,2	21,9	17,6	12,3	4,0	-4,0	11,2
1949.	1,1	1,2	2,9	12,9	17,6	17,3	20,9	19,5	17,4	12,1	8,2	3,1	11,2
1950.	-3,2	2,0	6,8	12,9	18,6	21,1	23,5	22,5	18,0	9,8	6,5	4,7	11,9
1951.	2,6	4,5	7,0	11,6	16,3	20,1	21,4	22,3	18,6	9,9	8,2	1,8	12,0
1952.	1,2	1,1	3,6	14,7	15,5	20,2	23,2	24,2	16,8	11,4	5,6	2,2	11,6
1953.	1,2	0,6	5,4	11,7	14,9	20,1	22,7	23,6	17,7	13,1	3,6	-0,8	10,8
1954.	-6,5	-7,6	6,6	9,3	16,0	21,3	20,1	20,7	18,2	11,0	5,4	4,0	9,9
1955.	0,5	2,9	4,0	8,2	15,5	19,4	20,4	19,4	16,1	11,6	5,4	3,5	10,6
1956.	1,7	-9,1	1,7	11,5	15,7	18,7	21,7	21,6	17,5	10,8	2,5	0,7	9,6
1957.	-2,5	4,9	6,8	11,9	13,9	21,6	22,3	20,1	16,4	10,6	6,8	-0,1	11,1
1958.	-2,1	4,4	1,3	8,9	20,0	19,0	22,6	21,8	16,9	11,4	6,4	3,8	11,2
1959.	-0,3	-0,6	7,6	11,3	15,8	18,7	22,2	20,4	15,1	9,6	5,5	4,4	10,8
1960.	-2,5	0,7	6,4	11,5	15,5	20,1	20,2	21,6	15,6	13,4	8,4	5,4	11,4
$\bar{X}$	-1,7	0,3	5,3	11,4	16,6	20,0	22,1	21,3	17,3	11,3	5,9	1,3	10,9

Tabela 77a.- Srednje mesečne i godišnje temperature Sente za mesece i godine koje poseduje Kikinda po Tabeli 76

Godine \ Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1947.	-7,6	-1,2	8,6	13,9	18,0	21,2	22,8	21,6	20,0	9,3	7,2	2,6	11,4
1948.	5,3	1,1	5,9	13,0	18,2	19,2	20,2	21,9	17,6	12,3	4,0	-4,0	11,2
1949.	1,1	1,2	2,9	12,9	17,6	17,3	20,9	19,5	17,4	12,1	8,2	3,1	11,2
1950.	-3,2	2,0	6,8	12,9	18,6	21,1	23,5	22,5	18,0	9,8	6,5	4,7	11,9
1951.	-	-	-	-	16,3	20,1	21,4	22,3	-	9,9	8,2	1,8	-
1952.	1,2	1,1	3,6	14,7	15,5	20,2	23,2	24,2	-	11,4	5,6	2,2	-
1953.	1,2	0,6	5,4	11,7	14,9	20,1	22,7	23,6	-	13,1	3,6	-0,8	-
1954.	-6,5	-7,6	6,6	9,3	16,0	21,3	20,1	20,7	-	11,0	5,4	4,0	-
1955.	0,5	2,9	4,0	8,2	15,5	19,4	20,4	19,4	-	11,6	5,4	3,5	-
1956.	1,7	-9,1	1,7	11,5	15,7	18,7	21,7	21,6	17,5	10,8	2,5	0,7	9,6
1957.	-2,5	4,9	6,8	11,9	13,9	21,6	22,3	20,1	16,4	10,6	6,8	-0,1	11,1
1958.	-2,1	4,4	1,3	8,9	20,0	19,0	22,6	21,8	16,9	11,4	6,4	3,8	11,2
1959.	-0,3	-0,6	7,6	11,3	15,8	18,7	22,2	20,4	15,1	9,6	5,5	4,4	10,8
1960.	-2,5	0,7	6,4	11,5	15,5	20,1	20,2	21,6	15,6	13,4	8,4	5,4	11,4
$\bar{X}$	-1,0	0,0	5,2	11,7	16,5	19,8	21,7	21,5	17,2	11,2	6,0	2,2	-

Razlike ($\Delta\bar{X}$) izmedju srednjih mesečnih normalnih temperatura Sente ($\bar{X}_n$) i srednjih mesečnih temperatura ($\bar{X}$) takodje Sente iz ova dva različita perioda iznose:

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\Delta\bar{X}$	-0,7	0,3	0,1	-0,3	0,1	0,2	0,4	-0,2	-0,1	0,2	-0,1	-0,9

Ove razlike ($\Delta\bar{X}$) treba algebarski dodati srednjim mesečnim temperaturama Kikinde (Tabela 76). Algebarskim dodavanjem ovih razlika ($\Delta\bar{X}$) srednjim mesečnim temperaturama Kikinde (Tabela 76) dobijaju se srednje mesečne normalne vrednosti temperature za Kikindu u periodu od 1931. do 1960. godine, i one iznose:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-1,9	0,2	5,8	11,3	16,9	20,2	22,6	21,2	17,2	11,4	5,8	1,2

Normalna godišnja temperatura Kikinde, izračunata iz ovih normalnih mesečnih temperatura, iznosi 11,0°C.

Redukcija meteoroloških podataka koji nedostaju može se izvršiti i na drugi potpuniji način.

Ovaj drugi potpuniji način redukcije pruža mogućnost da se istovremeno popuni i srednja mesečna vrednost, u nizu podataka koji nedostaju, a samim tim i da se izračunaju pojedine srednje godišnje vrednosti tih podataka koje se ne mogu dobiti na način opisan do sada. Postupak ovog potpunijeg načina redukcije je sledeći:

Srednje mesečne vrednosti temperature iz Tabelé 76, 77 i 77a koje iznose u Tabeli 76:

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{X}$	-1,2	-0,1	5,7	11,6	16,8	20,0	22,0	21,4	17,3	11,2	5,9	2,3

u Tabeli 77:

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{X}_n$	-1,7	0,3	5,3	11,4	16,6	20,0	22,1	21,3	17,3	11,3	5,9	1,3

u Tabeli 77a:

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{X}$	-1,0	0,0	5,2	11,7	16,5	19,8	21,7	21,5	17,2	11,2	6,0	2,2

uporede se tako da se prvo nadje razlika izmedju vrednosti iz Tabele 77a i Tabele 76. Ta razlika (ΔX) po mesecima iznosi:

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ΔX	0,2	0,1	-0,5	0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,1	-0,1	0,0	0,1	-0,1

Ove razlike (ΔX) treba oduzeti od srednjih mesečnih normalnih temperatura ($\bar{X}_n$)

iz Tabele 77 za sve one mesece koji u pojedinim godinama nedostaju u Kikindi (Tabela 76). Te takozvane popravljene vrednosti treba upisati na odgovarajuća mesta koja su bez podataka u Tabeli 76, tj. u podacima srednjih mesečnih i godišnjih temperatura Kikinde. Takodje ove popravljene vrednosti treba upisati za ceo period koji nedostaje Kikindi, tj. za period od 1931. do 1946. godine.

Na taj način dobijaju se za Kikindu pomoću Sente srednje mesečne i godišnje temperature za period od 1931. do 1960. godine, tj. za normalni period koji poseduje Senta.

Srednje mesečne temperature Kikinde dobijene na ovaj način prikazane su Tabelom 78 i njihove srednje vrednosti (normalne) pružaju mogućnost proučavanja režima temperature za oblast koju meteorološki predstavljaju Kikinda i Senta.

Vrednosti srednjih mesečnih temperatura Kikinde dobijene redukcijom, tj. sve vrednosti od 1931. do 1946. godine, i srednje mesečne temperature od 1947. do 1960. godine koje su nedostajale u Tabeli 76, a takodje su dobijene redukcijom, obeležavaju se istim simbolom - znakom kao i interpolisane vrednosti (Paragraf 22.3).

Ako se redukcija podataka temperature vrši pomoću dve ili tri obližnje stanice koje ispunjavaju uslove navedene u Paragrafu 22.3, redukcija se vrši posebno na svaku od ovih stanica, a iz dobijenih vrednosti izračuna se srednja vrednost koja se uzima kao redukovana vrednost stanice kojoj je nedostajao niz podataka odnosno koja je posedovala nepotpun niz.

Redukcija podataka padavina, na isti broj godina, vrši se na sličan način kao i redukcija podataka temperature, a razlika je u tome što se za podatke temperature primenjuje metoda diferencija, a za podatke padavina metoda kvocijenata. Da bi se shvatila primena metode kvocijenata kod redukcije za dobijanje vrednosti padavina koje nedostaju, može se poslužiti primerom podataka padavina meteoroloških stanica Vrbas i Srbobran (slika 26).

Meteorološka stanica Srbobran (Hs = 80 m) poseduje mesečne i godišnje sume padavina od jula 1960. do 1970. godine. Meteorološka stanica Vrbas (Hs = 87 m) poseduje mesečne i godišnje sume padavina od 1956. do 1970. godine. Obe stanice ispunjavaju uslove za prostorno uporedjenje podataka izmedju istih. Pod ispunjenjem uslova podrazumevaju se kriterijumi koji su navedeni u prethodnim statističkim metodama, tj. pri ispitivanju relativne homogenosti podataka padavina i interpolaciji podataka padavina. U ovom primeru se vidi da nam se pruža mogućnost da nepotpun 11-godišnji niz padavina Meteorološke stanice Srbobran, redukcijom podataka padavina Meteorološke stanice Vrbas "izdignemo" na 15-godišnji niz koji poseduje bazna stanica Vrbas. U svakom slučaju redukcija bi

bila realnija i za uporedjenje prihvatljivija da bazna meteorološka stanica Vrbas poseduje normalan niz podataka padavina. Medjutim, usled nedostatka normalnog niza koristićemo najduži niz obližnjih stanica, a to je u našem primeru 15-godišnji niz navedene stanice Vrbas.

Tabela 78.- Srednje mesečne i godišnje temperature Kikinde (dobijene, delimično, redukcijom) za period od 1931. do 1960. godine

Godine \ Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1931.	-0,5	2,2	2,8	9,1	19,2	22,3	24,0	21,5	13,8	10,2	4,9	-0,7	10,7
1932.	-2,7	-7,5	-0,6	10,6	17,4	19,0	23,5	21,4	20,5	13,4	5,0	1,2	10,1
1933.	-3,3	1,3	6,4	8,0	14,9	17,5	21,6	20,6	16,2	11,8	6,6	-5,6	9,7
1934.	-2,6	1,3	10,2	14,5	19,1	19,7	22,1	22,8	18,2	11,9	7,5	5,4	12,5
1935.	-4,3	-0,6	4,9	11,3	16,2	22,4	22,5	21,6	17,2	15,2	5,1	3,1	11,2
1936.	4,9	2,7	9,6	12,0	18,4	20,1	24,7	19,9	16,4	7,5	5,1	0,9	11,8
1937.	-2,1	2,6	9,5	10,6	19,6	21,9	22,2	20,3	19,0	11,7	6,3	2,1	12,0
1938.	-1,8	1,0	8,5	8,5	15,3	22,1	23,1	21,2	16,0	12,5	6,8	-0,4	11,1
1939.	1,5	2,2	4,1	13,9	16,5	20,6	23,8	20,9	16,8	10,8	6,0	0,5	11,5
1940.	-8,6	-6,1	2,9	11,1	14,9	19,3	21,7	18,0	17,4	11,9	8,3	-4,0	8,9
1941.	-1,7	3,7	6,8	10,9	14,7	18,8	20,8	19,9	14,0	9,8	2,7	0,9	10,1
1942.	-9,6	-3,9	2,9	9,7	17,4	20,5	22,5	21,8	20,4	12,4	4,3	2,5	10,1
1943.	-4,3	2,8	6,6	12,3	15,1	18,7	22,4	23,9	20,0	13,2	5,7	2,7	11,6
1944.	1,3	-0,9	3,3	11,5	15,7	20,0	20,9	22,7	17,3	12,8	6,3	0,1	10,9
1945.	-3,3	1,8	6,7	11,2	19,1	20,8	23,0	21,1	16,7	10,2	5,1	1,0	11,1
1946.	-5,7	1,6	7,4	13,4	18,8	22,0	24,2	23,8	19,2	7,3	6,1	-0,4	11,5
1947.	-7,8	-0,8	8,4	14,2	18,6	21,7	23,3	21,8	20,7	10,0	7,2	2,4	11,6
1948.	5,2	1,3	6,2	13,1	18,6	19,7	21,0	22,6	18,4	12,7	3,9	-3,4	11,6
1949.	0,7	1,3	2,7	12,9	18,0	17,2	20,8	19,6	17,3	11,7	8,4	3,0	11,1
1950.	-3,7	1,7	6,8	13,3	19,1	21,6	24,3	22,9	18,1	9,6	6,2	4,9	12,1
1951.	2,4	4,4	7,5	11,5	16,6	20,2	21,9	22,5	18,7	9,7	8,0	1,6	12,1
1952.	1,0	0,7	3,3	14,4	15,6	20,4	23,9	24,6	16,9	11,3	5,8	2,1	11,7
1953.	1,1	0,2	4,9	11,8	15,2	20,6	22,9	19,6	17,8	12,9	3,3	-0,6	10,8
1954.	-6,6	-7,5	6,3	8,8	16,0	21,0	20,4	21,2	18,9	10,9	5,4	3,9	9,9
1955.	0,6	2,8	3,7	8,0	15,8	19,4	20,5	19,5	16,2	11,8	5,3	3,6	10,6
1956.	1,6	-9,7	1,6	11,6	15,8	18,8	21,9	21,8	17,5	10,9	2,4	0,7	9,6
1957.	-2,6	4,9	7,2	11,9	13,7	21,7	22,3	20,8	16,4	10,7	6,8	-0,4	11,1
1958.	-2,4	4,3	1,4	8,8	20,3	19,1	22,7	22,0	16,8	11,3	6,3	4,1	11,2
1959.	-0,4	-1,1	8,0	11,3	16,0	18,8	22,4	20,2	14,7	9,6	5,6	4,5	10,8
1960.	-2,6	0,5	6,3	11,2	15,6	19,9	20,1	21,2	15,4	13,2	8,6	5,5	11,2
$\bar{X}_n$	-1,9	0,2	5,5	11,4	16,9	20,2	22,4	21,4	17,4	11,3	5,8	1,4	11,0

Nepotpun niz Meteorološke stanice Srbobran koja se nalazi na rastojanju 11,5 km od Meteorološke stanice Vrbas (bazne stanice) prikazan je Tabelom 79. Slično kao i kod redukcije temperatura, s napomenom da se primenjuju kvocijenti, potrebno je redukcijom dobiti 15-godišnje srednje mesečne sume padavina, a takodje i izvršiti popunjavanje mesečnih suma koje nedostaju za prvu polovinu 1960. godine u Srbobranu.

Da bi se mogla izvršiti uporedjenja izmedju srednjih mesečnih i godišnjih suma padavina Srbobrana i Vrbasa, treba da se niz padavina bazne stanice Vrbas prilagodi nizu padavina Meteorološke stanice Srbobran.To znači da se u procesu rada izbace svi oni podaci u Vrbasu koji ne dostaju u Srbobranu. Na osnovu ostatka podataka izračuna se srednja mesečna i godišnja suma padavina Vrbasa.

Mesečne i godišnje sume padavina za Meteorološku stanicu Vrbas za 15-godišnji period prikazane su Tabelom 80. Iz tabele 80 izbace se sve one sume padavina koje nedostaju Meteorološkoj stanici Srbobran, a za ostatak, kao što je rečeno, izračunaju se srednje mesečne i godišnje sume padavina (Tabela 80a).

Tabela 79. - Nepotpun niz mesečnih i godišnjih suma padavina Meteorološke stanice Srbobran za period od 1960. do 1970. godine

Godine \ Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1960.	-	-	-	-	-	-	44	24	48	77	76	69	-
1961.	8	18	5	80	112	54	40	9	4	0	72	45	447
1962.	21	62	83	28	11	36	54	19	30	0	52	34	430
1963.	81	42	17	21	40	69	50	40	36	8	29	77	510
1964.	5	14	52	41	39	88	64	34	47	77	57	96	614
1965.	42	29	22	69	100	98	34	35	48	.	87	87	651
1966.	107	32	20	53	53	85	137	24	14	45	60	58	688
1967.	51	24	65	98	118	107	118	18	61	20	37	56	773
1968.	38	27	21	11	30	38	68	109	58	19	73	38	530
1969.	32	89	25	25	27	150	80	53	15	8	52	133	689
1970.	43	73	55	70	66	86	82	114	32	45	31	42	739
$\bar{X}$	43	41	36	50	60	81	70	44	36	27	57	67	

Deljenjem srednjih mesečnih i godišnjih suma padavina Vrbasa iz Tabele 80 ($\bar{X}_1$) i tabele 80a ($\bar{X}_2$) dobijaju se kvocijenti prikazani u Tabeli 81. Sa ovako dobijenim kvocijentima, koji se izračunavaju na dve decimale, pomnože se srednje mesečne sume padavina Meteorološke stanice Srbobran (Tabela 79).

Te vrednosti koje predstavljaju srednje mesečne sume padavina Srbobrana za 15-godišnji period, dobijene redukcijom pomoću podataka bazne stanice Vrbas, prikazane su Tabelom 82.

Tabela 80. - Mesečne i godišnje sume padavina Meteorološke stanice Vrbas za period od 1956. do 1970. godine

Meseci / Godine	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1956.	46	24	20	47	96	74	57	44	8	27	36	78	557
1957.	8	30	5	41	105	27	38	35	40	36	8	36	409
1958.	48	38	52	74	27	89	10	58	8	47	44	40	535
1959.	42	4	47	68	92	93	74	76	25	2	65	63	650
1960.	53	71	10	35	38	44	54	29	46	79	72	52	583
1961.	6	20	3	64	71	24	22	14	1	3	64	44	336
1962.	16	46	74	32	15	40	53	-1	27	1	46	33	384
1963.	89	41	16	27	39	33	37	62	41	5	29	70	489
1964.	3	23	47	35	36	51	72	56	47	78	53	81	582
1965.	42	27	22	54	96	52	38	43	39	.	80	86	579
1966.	82	16	19	41	58	62	122	32	12	34	46	52	576
1967.	47	21	44	84	60	83	173	15	61	16	34	51	689
1968.	44	27	20	17	33	29	83	98	60	16	63	30	520
1969.	30	87	22	26	26	124	43	62	17	8	49	110	603
1970.	44	70	47	62	58	86	58	104	25	52	33	36	675
$\bar{X}_1$	40	36	30	47	57	61	62	49	30	27	48	57	544

Srednja godišnja suma padavina za Srbobran dobija se zbirom srednjih mesečnih reduciranih suma padavina 15-godišnjeg perioda i deobom sa 12. Drugi vid redukcije padavina (analogan drugom vidu redukcije za temperaturu), koji je detaljniji i koji omogućava popunjavanje svih vrednosti koje nedostaju po mesecima, a samim tim i godišnje sume, sastoji se u sledećem.

Pomoću mesečnih suma padavina u Vrbasu (Tabela 80) odrede se mesečne sume padavina za sve mesece i godine koji nedostaju Meteorološkoj stanici Srbobran. Način odredjivanja, odnosno dobijanja tih vrednosti, jeste sledeći: Mesečna suma padavina januara 1956. godine u Vrbasu iznosi 46 mm. Na osnovu saznanja da u Srbobranu nedostaju podaci po mesecima i za godine od januara 1956. do juna 1960. godine popunjavaju se ti podaci na isti način kao što postupamo za januar 1956. godine.

Odnos srednjih mesečnih suma padavina iz Tabele 80a ($\bar{X}_2$) i srednjih mesečnih suma padavina iz Tabele 79 ($\bar{X}$) stavi se u proporciji jed-

nakosti prema mesečnoj sumi padavina januara 1956.godinu za Vrbas i nepoznate "X", koja u ovom slučaju predstavlja, kad se izračuna, mesečnu sumu padavina januara 1956. godine u Srbobranu.

Tabela 80a. - Mesečne i godišnje sume padavina Meteorološke stanice Vrbas za period koji poseduje Meteorološka stanica Srbobran (Tabela 79)

Godine \ Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1960.	-	-	-	-	-	-	54	29	46	79	72	52	-
1961.	6	20	3	64	71	24	22	14	1	3	64	44	336
1962.	16	46	74	32	15	40	53	1	27	1	46	33	384
1963.	89	41	16	27	39	33	37	62	41	5	29	70	489
1964.	3	23	47	35	36	51	72	56	47	78	53	81	582
1965.	42	27	22	54	96	52	38	43	39	.	80	86	579
1966.	82	16	19	41	58	62	122	32	12	34	46	52	576
1967.	47	21	44	84	60	83	173	15	61	16	34	51	689
1968.	44	27	20	17	33	29	83	98	60	16	63	30	520
1969.	30	87	22	26	26	124	43	62	17	8	49	110	603
1970.	44	70	47	62	58	86	58	104	25	52	33	36	675
$\bar{X}_2$	40	38	31	44	49	58	68	47	34	26	52	59	

Tabela 81. - Kvocijenti srednjih mesečnih suma padavina Meteorološke stanice Vrbas ($\bar{X}_1 : \bar{X}_2$) za dva različita perioda

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1,00	0,95	0,97	1,07	1,16	1,05	0,91	1,04	0,88	1,04	0,92	0,97

Tabela 82. - Srednje mesečne i godišnja suma padavina Meteorološke stanice Srbobran za period od 1956. do 1970. godine, dobijene redukcijom pomoću bazne stanice Vrbas

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
43	39	35	54	70	85	64	46	32	28	52	65	613

$$\bar{X}_2 : \bar{X} = 46 : X.$$

Smenom vrednosti u proporciji dobija se:

$$40 : 43 = 46 : X, \quad X = \frac{43 \cdot 46}{40}, \quad X = 49 \text{ mm}.$$

Mesečna suma padavina Srbobrana januara 1956. godine, izračunata na prethodno opisan način, iznosi 49 mm. Tako se postupa i za sve mesečne vrednosti koje nedostaju za navedeni period u Srbobranu i na osnovu tako izračunatih mesečnih vrednosti izračunava se godišnja suma padavina, kao i srednja mesečna odnosno godišnja za 15-godišnji period u Srbobranu, odnosno za onaj period koji poseduje Meteorološka stanica u Vrbasu.

Vrednosti izračunate na ovaj način prikazane su Tabelom 83 i predstavljaju reducirane mesečne i godišnje sume padavina Srbobrana za period od 1956. do juna 1960. godine.

Tabela 83. - Srednje mesečne i godišnje sume padavina u Srbobranu, dobijene redukcijom za period od 1956. do juna 1960. godine

Meseci / Godine	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
1956.	49	29	23	53	118	103	59	47	8	28	39	88	644
1957.	9	32	6	46	128	38	39	33	42	37	9	41	460
1958.	52	41	60	84	33	124	10	54	8	49	48	45	568
1959.	45	4	54	77	113	130	76	71	26	2	71	72	741
1960.	57	77	12	40	46	68	44	24	24	77	76	69	631

Reducirane mesečne sume padavina Srbobrana iz Tabele 83, sabrane sa postojećim sumama padavina koje se nalaze u Tabeli 79 i zbir podeljen brojem sabiraka, tj. sa 15, predstavljaju srednje mesečne i godišnje sume padavina za Srbobran u 15-godišnjem periodu (1956 - 1970.godine).

Te srednje mesečne sume padavina i srednja godišnja izračunate po ovoj potpunijoj metodi redukcije iste su kao i vrednosti iz Tabele 82.

Pri redukciji podataka padavina, temperature, relativne vlažnosti i bilo kojih drugih meteoroloških elemenata i pojava uvek se mora voditi računa o dužini niza bazne stanice. Naime, duži niz bazne stanice omogućava da obuhvatimo u postupku redukcije sve periode merenja i osmatranja koja su vršena na meteorološkim stanicama iz neposredne blizine u raznim vremenima (manjim periodima) optimalnog perioda dužine niza bazne stanice.

22.5. Osnovni pojmovi korelacije

Dosadašnja izlaganja o statističkoj analizi meteoro-

loških elemenata i pojava odnosila su se prvenstveno na statističke metode i postupke koji su pružali mogućnost da se statistički proučavaju odnosno analiziraju samo jedna meteorološka pojava ili meteorološki elemenat.

Medjutim, mnogi problemi kojima se bavi meteorologija koje ona objašnjava i za koje daje rešenja, zahtevaju primenu statističkih metoda koji mogu da odgovore na pitanje da li izmedju meteoroloških pojava i elemenata postoji neka zavisnost i ako postoji kakva je, koji oblik i smer ima i kojom se jačinom ta zavisnost javlja.

Ako izmedju dva niza meteoroloških elemenata postoji zavisnost (povezanost) u smislu da porast vrednosti niza jednog elementa prati porast vrednosti niza drugog elementa i obratno, kaže se da postoji neka zavisnost (korelacija) izmedju ta dva niza, odnosno ta dva meteorološka elementa.

Pojam korelacije ima više tumačenja. Jedno od tumačenja jeste da se korelacija javlja kao prelaz izmedju apsolutne nezavisnosti dva ili više meteoroloških elemenata i pojava i njihove funkcionalne zavisnosti. Takodje se korelacija može tumačiti kao postupak koji ima za zadatak da ustanovi postojanje veze izmedju meteoroloških elemenata i pojava, oblik i smer te veze i svojom numeričkom vrednošću pokaže njenu jačinu. Medjutim, činjenica je da je osnovna usmerenost svih pojmova korelacije ista i da korelacija ima posebnu primenu u meteorologiji zbog toga što bezbroj primera iz oblasti meteorologije zahtevaju istraživanje zavisnosti medju elementima i pojavama. Meteorologija je nauka koja se u osnovi zasniva na uzajamnoj povezanosti elemenata i pojava koje proučava na bazi njihove uzajamne veze, zasnovane na objektivnoj fizičkoj zavisnosti i matematskoj egzaktnosti. To znači da se korelacijom u meteorologiji istražuje veza (zavisnost) medju meteorološkim pojavama. Rečeno je da veza medju pojavama postoji ako porast jedne pojave (podataka jedne pojave) prati porast druge pojave (podataka druge pojave) i obratno. Takodje veza postoji ako porast jedne pojave prati pad druge pojave i obratno. U prvom slučaju se kaže da je smer veze (zavisnosti) medju tim meteorološkim pojavama pozitivan i to se naziva direktna korelacija, a u drugom slučaju da je smer veze (zavisnosti) negativan i to se naziva inverzna korelacija. Primer direktne korelacije sa pozitivnom vezom je: povećanjem broja mutnih dana (srednja dnevna oblačnost >8/10) povećava se i broj padavinskih dana. Primer inverzne korelacije sa negativnom vezom je: povećanjem broja mutnih dana smanjuje se broj dana sa sijanjem sunca.

U oba primera, koja su različita po smeru veze, na osnovu poznavanja fizičkih procesa u atmosferi može da se očekuje zavisnost medju navedenim pojavama. Kolika je ta zavisnost i u kojoj meri je ona izražena, odnosno kog je intenziteta, može da se ustanovi pomoću koeficijenta korelacije(r).

Metodom korelacije se utvrdjuje veza medju pojavama i

jačina te veze, a ne i njen uzrok. Normalno da u daljem procesu proučavanja treba da se utvrdi koja je od dve pojave uzrok, a koja posledica. Medjutim, ako se ne utvrdi uzrok i posledica, može se utvrditi da su obe pojave u uzajamnoj vezi odnosno u uzročnoj vezi, ili da su obe pojave pod uticajem nekog zajedničkog trećeg uzročnog faktora. Zavisnost medju meteorološkim pojavama mora uvek imati neko fizičko opravdanje pre ili posle statističkog prilaza odredjivanju te zavisnosti i njene jačine.

Ovo iz razloga što statistički utvrdjena veza može u stvari biti samo slučajna koincidencija odnosno "lažna korelacija". To obavezuje da se nakon statističkih utvrdjivanja veze medju pojavama i odredjivanja intenziteta te veze nastoji da se fizičkim rezonovanjem protumači odnosno analizira ta veza. Osim smera veze (zavisnosti) i intenziteta te zavisnosti, potrebno je razlikovati i oblik veze (zavisnosti). Najjednostavniji oblik veze medju pojavama je linearna veza odnosno linearna korelacija. Svi ostali oblici zavisnosti su krivolinijski i oni se odredjuju drugim merama korelacije koje nisu predmet izučavanja ovog udžbenika.

22.5.1. Linearna korelacija

Ovaj oblik korelacije može se definisati kao zavisnost pri kojoj je promena jedne statističke jedinice odnosno jedne pojave stalno praćena približno jednakim promenama druge statističke jedinice odnosno pojave.

Prvi uvid u ovaj najjednostavniji oblik korelacije pruža grafički prikaz pojava koje se analiziraju. Vrednosti dve meteorološke pojave, za koje se ispituju zavisnost i navedeni elementi te zavisnosti, nanesu se na koordinatni sistem. Na apscisi pravouglog koordinatnog sistema označe se ili nanesu vrednosti pojave "X", a na ordinati vrednosti pojave "Y". Parovi vrednosti "X" i "Y" prikažu se sa po jednom tačkom u koordinatnom sistemu. Znači u koordinatnom sistemu biće onoliko tačaka koliko ima parova vrednosti pojava "X" i "Y". Da bi se došlo do realnije veze izmedju tih pojava, potrebno je da ih bude što veći broj, odnosno potrebno je da dužina niza merenja ili osmatranja tih pojava bude što veća.

Nanošenjem tačaka parova tih pojava dobija se dijagram rasipanja.

Na osnovu rasporeda tačaka po dijagramu rasipanja može se utvrditi smer i oblik veze (zavisnosti) medju pojavama "X" i "Y", a donekle i intenzitet ili jačina te veze. Ako je raspored tačaka po obliku duguljast i uzak, a položen u smeru dijagonalno od koordinatnog početka, može se zaključiti da je veza medju pojavama linearna po obliku, pozitivna po smeru (direktna korelacija), a jačina te veze izražajna.

Ako je raspored tačaka po obliku takodje duguljast i uzak ali se ne pruža dijagonalno već više vodoravno, nameće se zaključak da je veza takodje linearna i pozitivna, ali po jačini slabija.

Ako je raspored tačaka po obliku duguljast i uzak i pruža se dijagonalno, ali ne od koordinatnog početka već od neke tačke na ordinati prema nekoj tački na apscisi, kaže se da je veza medju pojavama linearna, sa izražajnom jačinom ali po smeru negativna, tj. inverzna korelacija.

I u direktnoj i inverznoj korelaciji zavisnost, odnosno jačina veze, slabija je ako tačke ne formiraju duguljast već širok oblik. Iz prethodnog se vidi da se na osnovu oblika rasporeda tačaka i pravca pružanja tog oblika (rasporeda tačaka) može zaključuti o kakvoj i kakve jačine korelaciji se radi.

Mnogo je realnije doći do zaključka pomoću jedne linije koja treba da reprezentuje sve ucrtane tačke, odnosno ceo skup tačaka. Takva linija naziva se linijom regresije.

Na primeru zavisnosti izmedju srednje mesečne oblačnosti (X) i relativnog trajanja sijanja sunca (Y) avgusta u Beogradu, za period od 1951. do 1970. godine (slika 27), vidi se da je korelacija izmedju ove dve pojave linearna, inverzna, a po duguljastom obliku pružanja dijagrama tačaka parova predpostavlja se i da je izraženog intenziteta.

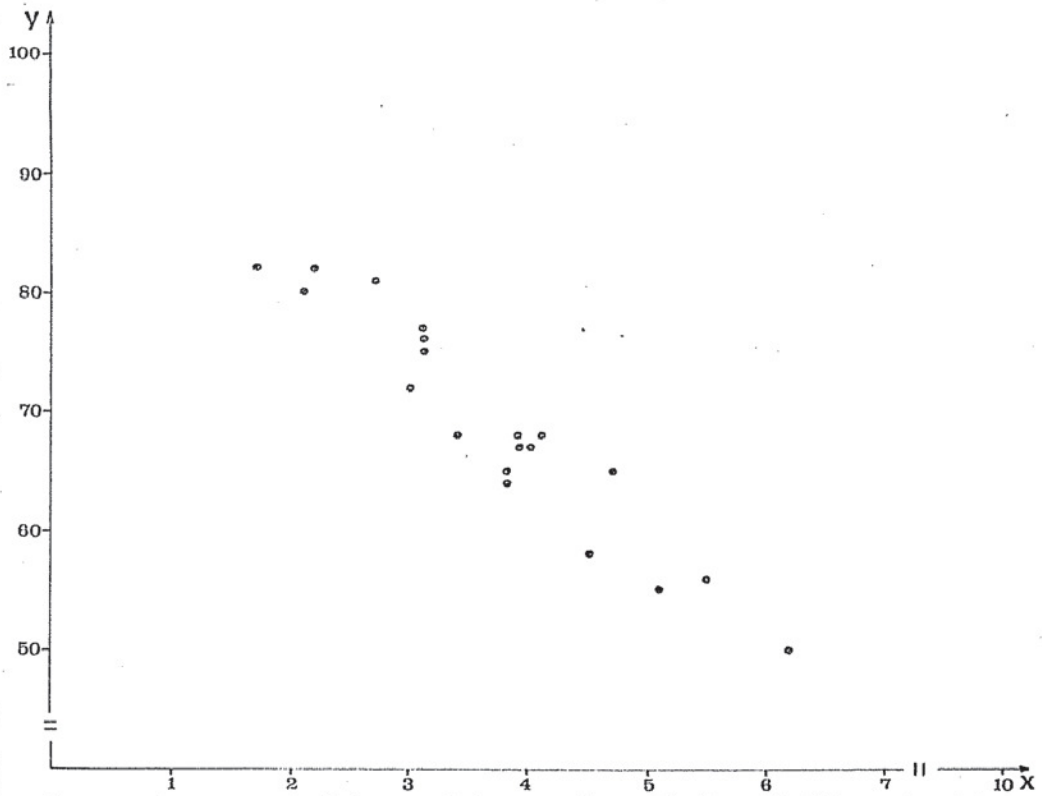
Informacije koje na osnovu vizuelnog uvida pruža dijagram rasipanja (slika 27) treba potvrditi linijom regresije. Linija regresije je pravac koji prolazi kroz tačke na dijagramu rasipanja, tako da zbir kvadrata odstupanja, od svake tačke do tog pravca, merenog vertikalno na apscisu, bude minimalan. Ako je srednja mesečna oblačnost (X) nezavisno promenljiva, a relativno trajanje sijanja sunca (Y) zavisno promenljiva, pravac te regresije odnosno te regresione linije imao bi jednačinu koja, s obzirom na linearni oblik korelacije, glasi:

$$Y_c = a + bX. \qquad (55)$$

Simbol Y_c predstavlja ocenu pravca regresije, zavisno promenljive Y, a X je nezavisno promenljiva. Parametri pravca regresije su $\underline{a}$ i $\underline{b}$. Parametar $\underline{a}$ je odsečak na ordinati, tj. vrednost funkcije u tački X = 0, a parametar $\underline{b}$ je koeficijent regresije, tj. nagib koji označava promenu zavisno promenljive Y ako se nezavisno promenljiva X menja za jedinicu mere u kojoj je data.

Koeficijent regresije $\underline{b}$ može da bude pozitivan ili negativan, zavisno od smera koji pokazuje rasipanje tačaka u dijagramu, tj. zavisno od korelacije da li je direktna ili inverzna.

Odredjivanje elemenata jednačine regresije postavlja zahtev prema kojem će jednačina biti ona iz koje proizilazi prava koja najbolje reprezentuje skup tačaka u dijagramu rasipanja, a to znači koja obezbedjuje, kao što je napomenuto, da zbir odstupanja podataka parova vrednosti od ocenjene linije regresije bude jednak nuli, odnosno da zbir kvadrata tih odstupanja bude minimum.



Slika 27.- Raspored parova tačaka srednje mesečne oblačnosti (X) u desetinama i relativnog trajanja sijanja sunca (Y) u procentima u Beogradu avgusta od 1951. do 1970. godine

Statistička metoda pomoću koje se odredjuje prilagodjavanje linije regresije parovima tačaka nanetih u dijagramu rasipanja naziva se metoda najmanjih kvadrata.

Zbir odstupanja podataka parova vrednosti, od ocenjene linije regresije, koji treba da bude jednak nuli, odnosno da zbir kvadrata tih odstupanja bude minimum, pomoću simbola jednačine 55 može se prikazati na sledeći način:

$$Y_c = a + bX,$$
$$\Sigma(Y-Y_c) = \Sigma\left[Y-(a+bX)\right] = 0, \qquad (56)$$
$$\Sigma(Y-Y_c)^2 = \Sigma\left[Y-(a+bX)\right]^2 = \text{minimum}.$$

Oba ova uslova zadovoljava statistički metod najmanjih kvadrata. To znači da je metoda najmanjih kvadrata objektivna statistička metoda u kojoj proces minimiziranja kvadrata odstupanja pruža optimalno prilagodjavanje pravca (linije regresije) stvarnim vrednostima nizova odnosno parovima vrednosti.

Način odredjivanja jednačine pravca regresije (Y_c) prikazan je na osnovu uočene linearne zavisnosti (slika 27) izmedju srednje mesečne oblačnosti i relativnog trajanja sijanja sunca (Tabela 84). Za svaki par vrednosti X i Y iz Tabele 84, potrebno je postaviti jednačine u skladu sa sistemom jednačina datim formulom 56. Postupak postavljanja jednačina biće prikazan na sledeći način:

X	Y	a	Y = a + bX	b	Y = a + bX
3,1	75	1	75 = a + 3,1b	3,1	232,5 = 3,1a + 9,61b
2,7	81	1	81 = a + 2,7b	2,7	218,7 = 2,7a + 7,29b
4,0	67	1	67 = a + 4,0b	4,0	268,0 = 4,0a +16,00b
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
3,8	64	1	64 = a + 3,8b	3,8	243,2 = 3,8a +14,44b
Σ73,9	1 376	...	1 376 = 20a + 73,9b	...	4 889,0 = 73,9a + 297,97b

Dalji postupak je da se ovih 20 linearnih jednačina (20-godišnji period) označi simbolima i na taj način, u skladu sa sistemom jednačina 56, obrazuju dve šeme koje imaju sledeći izgled:

I	II
$Y_1 = a + b X_1$,	$X_1Y_1 = a X_1 + b X_1^2$,
$Y_2 = a + b X_2$,	$X_2Y_2 = a X_2 + b X_2^2$,
$Y_3 = a + b X_3$,	$X_3Y_3 = a X_3 + b X_3^2$.
---	---
---	---
---	---
$\Sigma Y = N_a + b\Sigma X$; I	$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2$; II

Dobijene sume nizova jednačina čine dve normalne jednačine, čijim rešavanjem se dobijaju elementi linije regresije.

Zamenom simbola u normalnim jednačinama sa stvarnim podacima (Tabela 84) dobija se:

Tabela 84. - Srednja oblačnost (X) i relativno trajanje sijanja sunca (Y) u Beogradu avgusta od 1951. do 1970. godine i veličine individualnog odstupanja (d_i)

Godina	X	Y	d_iX	d_iY	$d_iX\ d_iY$	d_iX^2	d_iY^2
1951.	3,1	75	-0,6	6	-0,36	0,36	36
1952.	2,7	81	-1,0	12	-12,0	1,00	144
1953.	4,0	67	0,3	-2	-0,6	0,09	4
1954.	3,9	68	0,2	-1	-0,2	0,04	1
1955.	6,2	50	2,5	-19	-47,5	6,25	361
1956.	2,2	82	-1,5	13	-19,5	2,25	169
1957.	4,7	65	1,0	-4	-4,0	1,00	16
1958.	3,0	72	-0,7	3	-2,1	0,49	9
1959.	5,1	55	1,4	-14	-19,6	1,96	196
1960.	3,1	77	-0,6	8	-4,8	0,36	64
1961.	2,1	80	-1,6	11	-17,6	2,56	121
1962.	1,7	82	-2,0	13	-26,0	4,00	169
1963.	3,4	68	-0,3	-1	0,3	0,09	1
1964.	3,9	67	0,2	-2	-0,4	0,04	4
1965.	3,8	65	0,1	-4	-0,4	0,01	16
1966.	4,1	68	0,4	-1	-0,4	0,16	1
1967.	3,1	76	-0,6	7	-4,2	0,36	49
1968.	5,5	56	1,8	-13	-23,4	3,24	169
1969.	4,5	58	0,8	-11	-0,88	0,64	121
1970.	3,8	64	0,1	-5	-0,5	0,01	25
Σ	73,9	1 376			-195,3	24,91	1 676
$\bar{X}$	3,7	69					

$$1\ 376 = 20\ a + 73{,}90\ b \quad I$$
$$4\ 889{,}0 = 73{,}9\ a + 297{,}97b \quad II$$

Ovaj sistem od dve jednačine sa dve nepoznate rešava se poznatim metodama: komparacije (uporedjenja), zamene i jednakih koeficijenata. Za postavljanje regresione linije statistički metod koristi jednostavniji način za izračunavanje parametara (nepoznatih a i b), koji glasi:

prva normalna jednačina (I) podeli se sa N (broj sabiraka) i dobije se:

$$\frac{\Sigma Y}{N} = \frac{N_a}{N} + \frac{b\Sigma X}{N}\ .$$

Ovaj izraz može se napisati u obliku $\bar{Y} = a + b\,\bar{X}$, iz koga proizilazi da je

$$a = \bar{Y} - b\,\bar{X}. \qquad (57)$$

Simboli $\bar{Y}$ i $\bar{X}$ su srednje vrednosti pojave X i Y, tj. oblačnosti i relativnog trajanja sijanja sunca (Tabela 84). Zamenom vrednosti za a u drugoj jednačini (II) dobija se:

$$\Sigma XY = \Sigma X \frac{\Sigma Y - b\Sigma X}{N} + b\Sigma X^2,$$

$$\Sigma XY = \frac{\Sigma X \,.\, \Sigma Y}{N} - \frac{b(\Sigma X)^2}{N} + b\Sigma X^2,$$

$$b(\Sigma X^2 - \frac{\Sigma X^2}{N}) = \Sigma XY - \frac{\Sigma X \,.\, \Sigma Y}{N},$$

$$b = \frac{N\Sigma XY-(\Sigma X)\,(\Sigma Y)}{N(\Sigma X^2)-(\Sigma X)^2}. \qquad (58)$$

Podaci za izračunavanje parametara a i b za jednačine 57 i 58 dati su u Tabeli 84 i na kraju kao suma (Σ) šematskog prikaza simbolima postavljenih linearnih jednačina. Zamenom tih podataka u jednačini 58 dobija se:

$$b = \frac{20(4\ 889{,}0)-(73{,}9)\ (1\ 376)}{20(297{,}97)\ -(\ 5\ 461{,}21)},$$

$$b = -7{,}84.$$

Zamenom dobijene vrednosti za b u jednačini 57 dobija se da je:

$$a = 69 - (-7{,}84)\ 3{,}7,$$
$$a = 97{,}70.$$

Na osnovu izračunate vrednosti za parametre a i b, jednačina

$$Y_c = a + b\ X \text{ dobija oblik}$$
$$Y_c = 97{,}70 - 7{,}84\ X$$

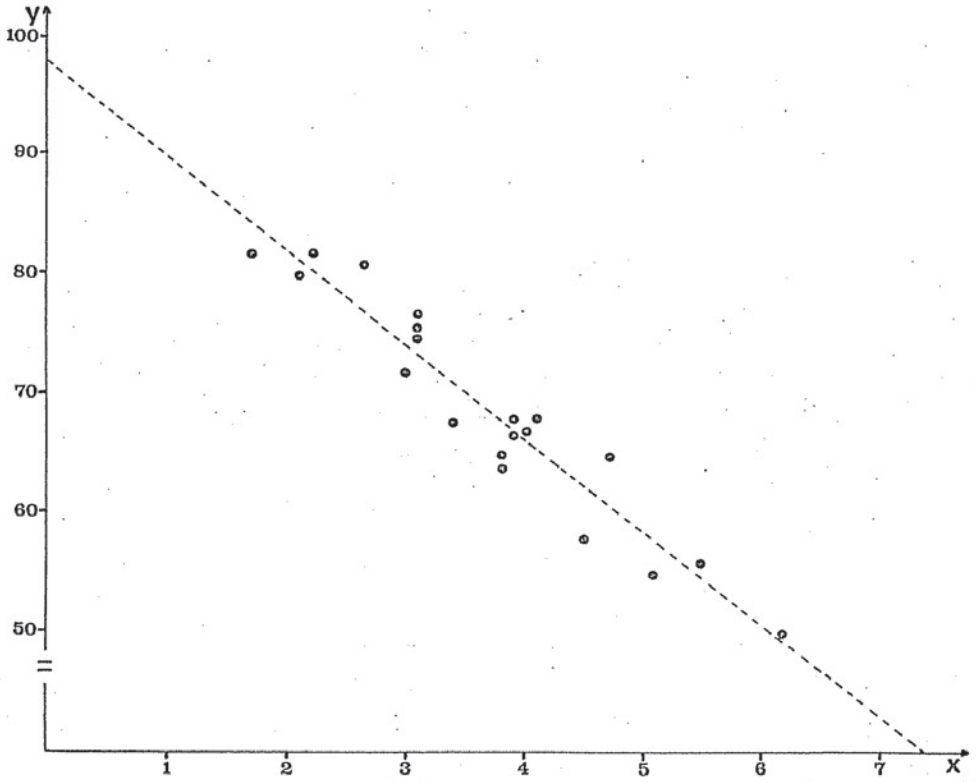
i naziva se jednačina pravca regresije.

Prema elementima jednačine može se zaključiti da se pri promeni srednje oblačnosti juna za 1/10 menja u proseku relativno trajanje sijanja sunca za 7,84%,tj. za parametar b. Poznavanjem jednačine pravca regresije moguće je odrediti sve vrednosti zavisno promenljive, tj. relativnog trajanja sijanja sunca (Y) na os-

novu nezavisno promenljive, tj. srednje mesečne oblačnosti (X). Tako je za X = = 0,1,3,5,7,

$$Y_c = 97,70 - 1\ (0) \quad = 97,70,$$
$$Y_c = 97,70 - 7,84(1) \quad = 89,86,$$
$$Y_c = 97,70 - 7,84(3) \quad = 74,18,$$
$$Y_c = 97,70 - 7,84(5) \quad = 58,50,$$
$$Y_c = 97,70 - 7,84(7) \quad = 42,82$$

Ocenjene vrednosti linije regresije označavaju tačke čijim se spajanjem povlači prava u dijagramu rasipanja (slika 28).



Slika 28.- Linija regresije (pravac) u dijagramu rasipanja parova oblačnosti i osunčavanja po Tabeli 84

Linija regresije a otuda i svaka ocena na osnovu nje nosi u sebi grešku. Na osnovu toga postavlja se pitanje koliko je linija regresije precizna, a samim tim koliko je i ocena na osnovu nje dobra. Ako se uporede stvarne i ocenjene vrednosti uočiće se da postoji vertikalna devijacija (sl.28) izmedju njih. Posmatranjem dijagrama rasipanja parova relativnog trajanja sijanja sunca i srednje mesečne oblačnosti primećuje se da ni jedna od tačaka nije na liniji regresije. Meru za ova pojedinačna odstupanja predstavlja standardna greška linije regresije ili standardna greška ocene. Standarna greška

ocene, slično standardnoj devijaciji, definiše se kao kvadratni koren iz prosečnog kvadratnog odstupanja originalnih (stvarnih) podataka (Y) od linije regresije i označava se sledećim izrazom:

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{\Sigma(Y-Y_c)^2}{N}}. \qquad (59)$$

Ako se standardna greška ocene računa iz podataka (Tabela 84), jednačina ima oblik:

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{\Sigma Y^2 - A\Sigma Y - B\Sigma XY}{N}}. \qquad (60)$$

Zamenom veličina u ovoj jednačini (sve su izračunate osim veličine ΣY^2 koja iznosi 96 344) dobija se da je σ_c = 3,45%. Vrednost od 3,45% označava prosečnu grešku u oceni koju proizvode faktori izvan nezavisno promenljive X. Taj deo se naziva deo tzv. neobjašnjene varijacije, i što je taj deo manji, ocena zavisno promenljive pomoću pravca regresije je bolja i preciznija.

22.5.2. Koeficijent korelacije (r)

Koeficijent korelacije je veličina koja pokazuje stepen pozitivne ili negativne linearne korelacije izmedju promenljivih X i Y. Numerička vrednost koeficijenta korelacije javlja se u rasponu izmedju 1 i -1. Ako je koeficijent korelacije 1 ili -1, izmedju promenljivih čija se veza istražuje postoji idealna pozitivna (direktna) odnosno negativna (inverzna) linearna korelacija. Koeficijent korelacije u izrazu 0 ili blizu nule ukazuje na odsustvo linearne korelacije odnosno veze izmedju promenljivih. Za interval vrednosti koeficijenta korelacije u rasponu od 0 do 1, odnosno od 0 do -1, postoji pravilo koje nije obavezno, tj. ne mora da bude uopšteno na svaku zavisnost izmedju raznih promenljivih, Ono glasi:

- korelacija je neznatna ako je $0,2<r<0,5$;
- korelacija je dobra ako je $0,5<r<0,7$;
- korelacija je odlična ako je $0,7<r<0,9$;
- korelacija je idealna ako je $0,9<r<1,0$.

Numerička vrednost koeficijenta korelacije za naš primer relativnog trajanja sijanja sunca kao zavisno promenljive (Y) i srednje mesečne oblačnosti kao nezavisno promenljive (X) za avgust u Beogradu (Tabela 84) iznosi: r = - 0,9561.

Ova vrednost je odredjena na osnovu obrasca koji glasi:

$$r = \frac{\Sigma d_i X \; d_i Y}{\sqrt{\Sigma d_i X^2 . \Sigma d_i Y^2}} . \qquad (61)$$

Sve veličine koje se nalaze u obrascu izračunate su u Tabeli 84.

PRILOG I

Tabela.- Redni broj dana u običnoj godini počev od 1. januara

Datum	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335
2.	2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336
3.	3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337
4.	4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338
5.	5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339
6.	6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340
7.	7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341
8.	8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342
9.	9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343
10.	10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344
11.	11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345
12.	12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346
13.	13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347
14.	14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348
15.	15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349
16.	16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350
17.	17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351
18.	18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352
19.	19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353
20.	20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354
21.	21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355
22.	22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356
23.	23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357
24.	24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358
25.	25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359
26.	26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360
27.	27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361
28.	28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362
29.	29		88	119	149	180	210	241	272	302	333	363
30.	30		89	120	150	181	211	242	273	303	334	364
31.	31		90		151		212	243		304		365

PRILOG II

Tabela.- Potencijalno (moguće) trajanje sijanja sunca u časovima

Meseci / Geografska širina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
41°	292,1	292,5	364,4	393,6	442,8	446,7	454,0	423,4	371,0	341,1	293,6	282,6
42°	289,0	290,9	364,2	394,9	445,3	450,0	456,8	425,2	371,4	340,1	291,0	279,4
43°	286,0	289,3	363,9	396,1	448,0	453,4	460,0	427,2	371,8	338,6	288,4	275,8
44°	282,6	287,6	363,6	397,4	450,9	457,0	463,4	429,3	372,3	337,6	285,8	272,0
45°	279,3	285,9	363,3	398,9	453,8	460,6	466,8	431,4	372,6	336,5	283,1	268,4
46°	276,1	284,1	363,0	400,3	456,9	464,4	470,3	433,4	373,2	335,1	280,6	264,5
47°	272,2	282,2	362,7	401,7	460,0	468,6	474,1	435,8	373,6	333,8	277,2	260,2

PRILOG III

Tabela.- Pretvaranje bofora u m/sec

Celi \ Bofori deseti	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2
2	2,4	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1
3	4,3	4,6	4,8	5,0	5,2	5,5	5,7	5,9	6,2	6,4
4	6,7	6,9	7,2	7,4	7,7	8,0	8,2	8,5	8,8	9,1
5	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,8	11,1	11,4	11,7	12,0
6	12,3	12,6	12,9	13,2	13,5	13,8	14,2	14,5	14,8	15,2
7	15,5	15,8	16,2	16,5	16,8	17,2	17,5	17,9	18,2	18,6
8	18,9	19,3	19,6	20,0	20,4	20,7	21,7	21,4	21,8	22,2
9	22,6	22,9	23,3	23,7	24,1	24,5	24,9	25,2	25,6	26,0
10	26,4	26,8	27,2	27,6	28,0	28,4	28,8	29,3	29,7	30,1
11	30,5	30,9	31,3	31,8	32,2	32,6	33,0	33,4	33,9	34,3
12	34,8									

PRILOG IV

Tabela. - Pretvaranje pravaca vetra sa ruže vetrova od 32 pravca na ružu od 36 pravaca i obratno

Ruža vetrova od 32 pravca	Ruža vetrova od 36 pravaca
00	00
01	01
02	02
03	03
04	05
05	06
06	07
07	08
08	09
09	10
10	11
11	12
12	14
13	15
14	16
15	17
16	18
17	19
18	20
19	21
20	23
21	24
22	25
23	26
24	27
25	28
26	29
27	30
28	32
29	33
30	34
31	35
32	36

PRILOG V

Tabela.- Pretvaranje milimetara (mmHg) u milibare (mb) (važi za 45° g.š. na visini mora)

Milimetri	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
				M i l i b a r i						
500	666,6	667,9	669,2	670,6	671,9	673,2	674,6	675,9	677,2	678,6
510	679,9	681,2	682,6	683,9	685,2	686,6	687,9	689,2	690,6	691,9
520	693,2	694,6	695,9	697,2	698,6	699,9	701,2	702,6	703,9	705,2
530	706,6	707,9	709,2	710,6	711,9	713,2	714,6	715,9	717,2	718,6
540	719,9	721,2	722,6	723,9	725,2	726,6	727,9	729,2	730,6	731,9
550	733,2	734,6	735,9	737,2	738,6	739,9	741,2	742,6	743,9	745,2
560	746,6	747,9	749,2	750,6	751,9	753,2	754,6	755,9	757,2	758,6
570	759,9	761,2	762,6	763,9	765,2	766,6	767,9	769,2	770,6	771,9
580	773,2	774,6	775,9	777,2	778,6	779,9	781,2	782,6	783,9	785,2
590	786,6	787,9	789,2	790,6	791,9	793,2	794,6	795,9	797,2	798,6
600	799,9	801,2	802,6	803,9	805,2	806,6	807,9	809,2	810,6	811,9
610	813,2	814,6	815,9	817,2	818,6	819,9	821,2	822,6	823,9	825,2
620	826,6	827,9	829,2	830,6	831,9	833,2	834,6	835,9	837,2	838,6
630	839,9	841,2	842,6	843,9	845,3	846,6	847,9	849,2	850,6	851,9
640	853,2	854,6	855,9	857,2	858,6	859,9	861,2	862,6	863,9	865,2
650	866,6	867,9	869,2	870,6	871,9	873,2	874,6	875,9	877,2	878,6
660	879,9	881,2	882,6	883,9	885,2	886,6	887,9	889,2	890,6	891,9
670	893,2	894,6	895,9	897,2	898,6	899,9	901,2	902,6	903,9	905,2
680	906,6	907,9	909,2	910,6	911,9	913,2	914,5	915,9	917,2	918,5
690	919,9	921,2	922,5	923,9	925,2	926,5	927,9	929,2	930,5	931,9
700	933,2	934,5	935,9	937,2	938,5	939,9	941,2	942,5	943,9	945,2
710	946,5	947,9	949,2	950,5	951,9	953,2	954,5	955,9	957,2	958,5
720	959,9	961,2	962,5	963,9	965,9	966,5	967,9	969,2	970,5	971,9
730	973,2	974,5	975,9	977,2	978,5	979,9	981,2	982,5	983,9	985,2
740	986,5	987,9	989,2	990,5	991,9	993,2	994,5	995,9	997,2	998,5
750	999,9	1001,2	1002,5	1003,9	1005,2	1005,5	1007,9	1009,2	1010,5	1011,9
760	1013,2	1014,5	1015,9	1017,2	1018,5	1019,9	1021,2	1022,5	1023,9	1025,2
770	1026,5	1027,9	1029,2	1030,5	1031,9	1033,2	1034,5	1035,9	1037,2	1038,5
780	1039,9	1041,2	1042,5	1043,9	1045,2	1046,5	1047,9	1049,2	1050,5	1051,9
790	1053,2	1054,5	1055,9	1057,2	1058,2	1059,9	1061,2	1062,5	1063,9	1065,2

Milimetri	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Milibari	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2

Primer: 753,3 mm Hg pretvoriti u milibare

Za 753 mm tablica daje	1003,9 mb
Za 0,3 tablica daje	0,4 mb
SVEGA:	1004,3 mb

S A D R Ž A J

Strana

PREDGOVOR .....
1. UVOD 1
2. MESTO I ULOGA STATISTIKE KAO METODA PRIMENJENOG U METEOROLOGIJI 2

I DEO

OSNOVNI STATISTIČKI POJMOVI PRIMENJENI U METEOROLOGIJI

3. STATISTIČKA JEDINICA, KOLEKTIV, OBIM KOLEKTIVA I OBELEŽJE 4
4. GRUPISANJE I KLASIFIKACIJA STATISTIČKIH ČLANOVA U INTERVALE 4
5. ČESTINA METEOROLOŠKIH PODATAKA 5
6. METODI GRAFIČKOG PRIKAZIVANJA METEOROLOŠKIH NIZOVA I RASPODELE ČESTINA (FREKVENCIJA) ISTIH 10
6.1. Histogram čestina 12
6.2. Kružni grafik 13
6.3. Poligon čestina 14
6.4. Kriva uravnatih čestina 14
6.5. Linijski dijagram 16
6.6. Oblici krivih čestina 16
6.7. Opšta napomena o grafičkom prikazivanju vrednosti meteoroloških elemenata 17
7. MERE CENTRALNE TENDENCIJE 18
7.1. Pozicione srednje vrednosti 19
7.1.1. Medijan - centralna vrednost 19
7.1.2. Mod 22
7.2. Izračunate srednje vrednosti 23
7.2.1. Aritmetička srednja vrednost 23
7.3. Uzajamni odnosi mera centralne tendencije 28
7.4. Kvartili i decili 29
8. MERE DISPERZIJE (RASIPANJA) I DEVIJACIJE (ODSTUPANJA) 30
9. NORMALNA RASPODELA 37
10. OSNOVNI POJMOVI VEROVATNOĆE 46

II DEO

STATISTIČKA OBRADA METEOROLOŠKIH OSMATRANJA I MERENJA

11. OBRADA TEMPERATURE VAZDUHA 49
11.1. Srednja dnevna temperatura vazduha 49

Strana

11.2. Srednja mesečna temperatura vazduha 55
11.3. Srednja godišnja temperatura vazduha 55
11.4. Normalna temperatura vazduha 57
11.5. Ekstremne temperature vazduha 60
11.5.1. Srednje mesečne maksimalne i minimalne temperature vazduha 60
11.5.2. Srednje godišnje maksimalne i minimalne temperature vazduha 61
11.5.3. Srednje apsolutne mesečne i godišnje maksimalne i minimalne temperature vazduha 62
11.6. Odredjivanje početka, svršetka i trajanje perioda srednjeg datuma odredjenih srednjih dnevnih temperatura 63
11.7. čestina dana sa odredjenim karakterističnim ekstremnim temperaturama 67
11.8. Odredjivanje mraznog perioda 70
11.9. Način izračunavanja temperaturnih suma 72
12. PROMENLJIVOST TEMPERATURE VAZDUHA 73
12.1. Medjudnevna promenljivost temperature vazduha 74
12.2. Srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura vazduha 76
12.3. Relativne temperature vazduha 77
13. OBRADA TEMPERATURE ZEMLJIŠTA 81
13.1. Srednja dnevna temperatura zemljišta 81
13.2. Srednja mesečna i srednja godišnja temperatura zemljišta 81
14. OBRADA VAZDUŠNOG PRITISKA 83
14.1. Srednji dnevni, pentadni, dekadni i srednji mesečni vazdušni pritisak 84
14.2. Srednji godišnji i normalni mesečni i godišnji pritisak vazduha 86
14.3. Medjudnevna promenljivost vazdušnog pritiska 86
15. OBRADA VLAŽNOSTI VAZDUHA 87
15.1. Srednja dnevna, dekadne i mesečne vrednosti pritiska vodene pare (e) i relativne vlažnosti (u) 88
15.2. Srednje godišnje i normalne vrednosti pritiska vodene pare i relativne vlažnosti vazduha 91
16. OBRADA OBLAČNOSTI 94
16.1. Osnovne karakteristike oblačnosti 94
16.2. Srednja dnevna i mesečna oblačnost 95
16.3. čestina broja vedrih, oblačnih i mutnih dana 95
16.4. Srednja godišnja i normalna količina oblačnosti 97
17. OBRADA MAGLE 99
17.1. Osnovne statističke karakteristike koje se izračunavaju za maglu 99
18. OBRADA PADAVINA 102

Strana

18.1. Osnovni pojmovi o padavinama 102
18.2. Čestina padavinskih dana 103
18.3. Srednje mesečne i godišnja suma padavina 103
18.3.1. Godišnje sume padavina 106
18.4. Maksimalne mesečne i godišnje sume padavina 111
18.5. Čestina karakterističnih padavinskih dana 113
18.6. Intenzitet padavina 115
18.7. Verovatnoća padavina 117
18.8. Srednje odstupanje padavina 119
18.9. Kišni i sušni periodi 123
19. OBRADA SNEGA I SNEŽNOG POKRIVAČA 125
19.1. Čestina snega (broj dana sa padanjem snega) 125
19.2. Visina snežnog pokrivača 126
19.3. Srednji i ekstremni datum prvog i poslednjeg padanja snega 127
19.4. Srednja i najveća visina snežnog pokrivača 129
19.5. Sadržaj vode u snežnom pokrivaču 131
20. OBRADA VETRA 133
20.1. Srednja dnevna jačina i brzina vetra 134
20.2. Pravac vetra 135
20.3. Čestina pravaca i srednja jačina vetra 136
20.4. Statistička obrada meteorološko-fizičkog obeležja vetra 142
21. OBRADA OSUNČAVANJA 144
21.1. Mesečne i godišnje sume sijanja sunca 145
21.2. Srednji broj časova sa sijanjem sunca na jedan dan 146

III DEO

PROSTORNO UPOREDJENJE METEOROLOŠKIH ELEMENATA I POJAVA

22. ODNOS MEDJU ISTIM METEOROLOŠKIM ELEMENTIMA I POJAVAMA U DVE RAZLIČITE TAČKE 148
22.1. Homogenost meteoroloških podataka 150
22.2. Ispitivanje relativne homogenosti nizova meteoroloških elemenata i pojava 151
22.2.1. Grafička metoda ispitivanja relativne homogenosti nizova meteoroloških elemenata 151
22.2.2. Računska metoda ispitivanja relativne homogenosti nizova meteoroloških elemenata 154
22.3. Interpolacija podataka u nizu meteoroloških osmatranja i merenja 158
22.4. Svodjenje (redukcija) meteoroloških nizova na isti period 164
22.5. Osnovni pojmovi korelacije 175

Strana

22.5.1. Linearna korelacija 177
22.5.2. Koeficijenat korelacije 184

PRILOG

PRILOG I: Redni broj dana u običnoj godini 186
PRILOG II: Potencijalno(moguće) trajanje sijanja sunca u časovima 187
PRILOG III: Pretvaranje bofora u m/sec 187
PRILOG IV: Pretvaranje pravaca vetra sa ruže vetrova od 32 pravca na ružu vetrova od 36 pravaca i obratno 188
PRILOG V: Pretvaranje milimetara (mmHg) u milibare (mb) 189

LITERATURA 194

L I T E R A T U R A

Беер, В.: Техническая метеорология /перевод с немецкого/, Ленинград, 1966.

Брукс, К., Карузерс Н.: Применение статистических методов в метеорологии /перевод с немецкого/, Ленинград, 1963.

Дьюин, А.М.: Математическая статистика в технике, Москва, 1958.

Дроздов, О.А.: Основы климатологической обработки метеорологических наблюдений, Ленинград, 1956.

Методы климатологической обработки метеорологических наблюдений, Ленинград, 1957.

Ivanović, B.: Teorijska statistika, Beograd, 1966.

Ivanović, D.: Klimatska monografija Budve, Beograd, 1969.

Milosavljević, M.: Klimatologija, Beograd, 1963.

Пановский, Г.А., Брайер, Г.В.: Статистические методы в метеорологии /перевод с английского/ Ленинград, 1967.

Pavlić, I.: Statistička teorija i primjena, Zagreb, 1970.

Serdar, V.: Udžbenik statistike, Zagreb, 1970.

Škara-Vidojević, Lj.: Osnovi statistike, Beograd, 1968.

Vujević,P.: Klimatološka statistika, Beograd, 1956.

Vukadinović, S.: Elementi računa verovatnoće i matematičke statistike, Beograd, 1970.